PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-234798

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl. F02D 41/36
F02D 41/04
F02D 41/14
F02D 41/18
F02D 41/34
F02D 45/00

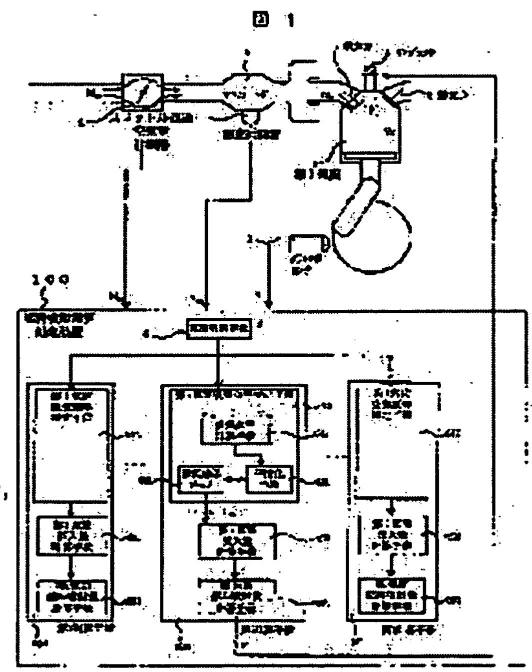
(21)Application number : 2000-050536

(22)Date of filing : 22.02.2000

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : AONO TOSHIHIRO
KOWATARI TAKEHIKO

(54) AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR ESTIMATING INTAKE AIR QUANTITY OF EACH OF CYLINDERS



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely find intake air quantity of each of cylinders even when a driving state of an internal combustion engine is variously changed without forming a map of intake air efficiency for each of the cylinders for each of engines.

SOLUTION: An air-fuel ratio is controlled by measuring density of gas in a manifold, measuring quantity of air passing through a throttle, measuring an angle of a crank of the internal combustion engine, discriminating a cylinder in an air intake stroke in accordance with the crank angle, calling a computing means to correspond to the cylinder in the air intake stroke, assuming air intake efficiency by the computing means, computing the air quantity flowing into the cylinder in accordance with the air intake efficiency and the above sensor data and calculating fuel injection quantity to the cylinder in accordance with the air quantity.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column Have the injector which injects the fuel which it had for every gas column, and the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle is identified. The count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. The air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to the inspired air volume for every gas column which presumed inhalation-of-air dispersion for every gas column, and specified and this presumed the inspired air volume for every gas column.
[Claim 2] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column The inflow air content measuring instrument which measures the air content which passes a throttle, and the air density measuring instrument which measures the consistency of the air in an internal combustion engine's suction manifold, The crank angle sensor which measures an internal combustion engine's crank angle, and the injector which injects the fuel which it had for every gas column, Identify the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, and the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. Based on the consistency and crank angle of air in the air content which passes a throttle, and a suction manifold, presume the inhalation-of-air property for every gas column, and estimate is calculated. And the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to this estimate.
[Claim 3] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by said inhalation-of-air property being the inspired air volume or inhalation-of-air effectiveness for every gas column in claim 2.
[Claim 4] The air-fuel ratio control system characterized by calculating the rate of the loss at the time of air being incorporated by each gas column in the fuel-injection control unit of claim 2 based on the air content which passes a throttle, the consistency of the air in a suction manifold, and the rate of a crank angle for every gas column, calculating the air content incorporated by this gas column from the rate of this loss, the consistency of the air in a manifold, and the rate of a crank angle, and calculating the fuel oil consumption to this gas column.
[Claim 5] The air content which passes a throttle in the fuel-injection control unit of claim 2, and the consistency of the air in a suction manifold, The rate of the loss at the time of air being incorporated by each gas column based on the rate of a crank angle is calculated for every gas column. The correction factor which expresses dispersion for every gas column with breaking by common inhalation-of-air effectiveness which prepared the rate of this loss in common with all gas columns is calculated. The air-fuel ratio control system which graduated the correction factor and was characterized by calculating the rate of the loss which amended the graduated correction factor about

each gas column by hanging on common inhalation-of-air effectiveness by taking a weighted average with the last correction factor of this gas column.

[Claim 6] The air content used in claim 2 since it was filled up with a manifold from change of the consistency of the gas of a manifold is calculated. The theoretical inflow air content to the gas column at the time of setting loss of gaseous flow to 0 from the consistency of the gas in a manifold and a crank angle rate is calculated. The air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by subtracting the air content used since it was filled up with a manifold from the air content which passed the throttle, calculating inhalation-of-air effectiveness by breaking the result by the theoretical inflow air content, taking the last inhalation-of-air effectiveness and a weighted average, and graduating inhalation-of-air effectiveness.

[Claim 7] The air content used in claim 3 since it was filled up with a manifold from change of the consistency of the gas of a manifold is calculated. The theoretical inflow air content to the gas column at the time of setting loss of gaseous flow to 0 from the consistency of the gas in a manifold and a crank angle rate is calculated. The air content used since it was filled up with a manifold from the air content which passed the throttle is subtracted. By multiplying common inhalation-of-air effectiveness by the correction factor which graduated the correction factor and was graduated by calculating a correction factor by breaking the result by the product of common inhalation-of-air effectiveness common to a theoretical inflow air content and each gas column, and taking the last correction factor and a weighted average The air-fuel ratio control system characterized by calculating the inhalation-of-air effectiveness amended about each gas column.

[Claim 8] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by said fuel-injection processing unit calculating fuel oil consumption in claim 2 using this fuel-oil-consumption map including a fuel-oil-consumption map.

[Claim 9] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by constituting from a pressure sensor with which said inflow air density measuring instrument was arranged in the manifold in claim 2, and a temperature sensor.

[Claim 10] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by consisting of opening sensors which measure the opening of the pressure sensor and temperature sensor with which said inflow air density measuring instrument was arranged in the manifold in claim 2, and a throttle.

[Claim 11] It is the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine characterized by constituting said inflow air density measuring instrument from a heat ray type air meter in claim 2.

[Claim 12] The throttle passage air content Mth is measured in the inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of the internal combustion engine having the Taki cylinder. Augend **Pm of the consistency Pm of the gas in a manifold and a consistency is calculated. Augend **Mm of the gas in a manifold is calculated by applying the volume Md of a manifold (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve) to this augend **Pm. Calculate a crank angle rate by measuring a crank angle and differentiating this, and the inhalation-of-air effectiveness q is calculated by q= (Mth-**Mm) / Md by the following formula. The inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column characterized by calculating Mc=Pmx(omega/4pi) xVcxq=Mdxq (1/C being the volume of a gas column here), and calculating the inspired air volume to each gas column by the following formula.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] It is related with the Air Fuel Ratio Control technique which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air inhaled by the gas column for reduction of improvement in an internal combustion engine's fuel consumption, or the harmful matter in exhaust gas. It is related with the technique which especially cancels dispersion in the air-fuel ratio according to gas column by this invention.
[0002]
[Description of the Prior Art] Although fuel oil consumption is calculated and controlled, or there is the approach of controlling fuel oil consumption so that the air content inhaled by the gas column may be measured, an air-fuel ratio may be measured from exhaust air based on this and this may be maintained at desired value in order to control an internal combustion engine's air-fuel ratio Until now as the metering device of an air content inhaled by an internal combustion engine's gas column, or a metering device of an air-fuel ratio The thing using the pressure sensor attached in the manifold represented by JP,7-42600,A, The air-fuel ratio sensor was attached in exhaust air system piping represented by the thing using the heat ray type air meter attached in inhalation-of-air system piping represented by JP,9-166464,A, and JP,7-133738,A, and there were some which are fed back so that the air-fuel ratio of exhaust air may be maintained at desired value.
[0003] Generally, the air content Mc incorporated by the gas column is proportional to the pressure Pm of a manifold, and the rotational frequency N of a crank, and it is known widely that it can approximate by Mc=Pm*N*eta*Vc/R*Tm. However, they are the volume Vc of a gas column, a gas constant R, and the temperature Tm of the gas in a manifold. Although eta is called inhalation-of-air effectiveness (called a charging efficiency, volumetric efficiency, etc. depending on reference) and the loss of an inflow in a gas column arises by the timing of closing motion of the configuration of the inlet port of a manifold and a gas column, or the inlet valve of a gas column inlet port, it is the value what% of air is incorporated by the gas column, as a result of the loss. Since it changes with the pressure Pm of a manifold, and the rotational frequencies N of a crank a little, eta is expressed as a map of Pm or N.
[0004] In JP,7-42600,A, the approach of the so-called speed density is adopted. By this approach, the map of the inhalation-of-air effectiveness as a function of an engine rotational speed and the pressure of a suction manifold was prepared in advance, at the time of operation, an engine rotational speed and the pressure of a manifold were measured and inspired air volume was calculated based on the inhalation-of-air effectiveness which searches a map and is acquired from an engine rotational speed and the pressure of a manifold, the engine speed observed, and the inhalation-of-air manifold-pressure force. Even if operational status changes by searching with this method from a map the inhalation-of-air effectiveness which changes with an internal combustion engine's operational status, it enables it to calculate the inhalation air content to a right gas column.
[0005] In JP,9-166464,A, the inflow air content to a gas column is measured with the heat ray type air meter. This method arranges a heat ray type air meter to the inhalation-of-air inflow path of the gas column upstream, and measures the air content to which air passes through the cross section where the heat ray type air meter was arranged. By this method, since the absolute magnitude of passage air is calculated directly, there is a merit that the map of inhalation-of-air effectiveness is not

needed.
[0006] An air content is not measured, but an air-fuel ratio is measured, and fuel oil consumption is controlled by JP,7-133738,A to maintain this at desired value. By this method, one broader-based air-fuel ratio sensor will be arranged in the exhaust air system set section, the rotation of an exhaust air gas column and delay after being exhausted from a gas column until it affects an air-fuel ratio sensor will be modeled, and the air-fuel ratio for every gas column will be presumed by the observer. By this method, the air-fuel ratio according to gas column which was not taken into consideration is measured in two well-known examples of point **.
[0007] Moreover, JP,9-22884,A, No. 126006 [nine to], and No. 6460 [11 to] are just going to make reference about an inhalation air content.
[0008]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is said that the air content included in an internal combustion engine's gas column varies about 5% to about 10% for every gas column. For this reason, in having injected the fuel of the same amount as all gas columns, air-fuel ratios differ for every gas column, in the gas column injected from the target air-fuel ratio in the fuel, there is a problem that harmful matter, such as a hydrocarbon in exhaust gas, increases in number, and there is a problem that the rate of nitrogen oxide increases or nonuniformity produces a fuel to torque in the gas column injected fewer than a target air-fuel ratio. [many]
[0009] The average of the inhalation-of-air effectiveness at the time of air flowing into all gas columns from a manifold is held as a map of inhalation-of-air effectiveness, and if the pressure of a manifold is fixed and it is in the approach which injected the fuel of the same amount as all gas columns, dispersion will arise in the air-fuel ratio for every gas column.
[0010] Although the air content which flows into a suction manifold is calculated correctly, if it is in the approach which is not taken into consideration about the rate that the air which flowed into the manifold is distributed to each gas column, since it thinks as that to which air is distributed at same rate as all gas columns, dispersion for every gas column of an air-fuel ratio arises.
[0011] The air-fuel ratio of air which burned and reached the exhaust pipe through the exhaust air process will be measured, and control of the combustion injection quantity will be overdue by internal combustion engine 2 rotation by the approach to which observe and begin for the rate of a fuel to have fallen by the air-fuel ratio sensor of an exhaust pipe, and the rate of a fuel is made to increase in order to keep this constant.
[0012] In this invention, before burning, the air content inhaled by each gas column is presumed, a fuel is injected corresponding to dispersion in distribution of the air of every gas column, and it aims at controlling dispersion in the air-fuel ratio for every gas column, and realizing highly precise Air Fuel Ratio Control with sufficient responsibility.
[0013]
[Means for Solving the Problem] This invention is equipped with the injector which injects the fuel which it had for every gas column, identifies the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, calls the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column, and was equipped with the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to the inspired air volume for every gas column which presumed and this presumed inhalation-of-air dispersion for every gas column.
[0014] This invention specifically offers the equipment hung up over a degree.
[0015] In the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine which controls the ratio of the fuel injected by the amount and gas column of the air which this invention is equipped with the Taki cylinder and inhaled by each gas column The inflow air content measuring instrument which measures the air content which passes a throttle, and the inflow air density measuring instrument which measures the consistency of the air in an internal combustion engine's suction manifold, The crank angle sensor which measures an internal combustion engine's crank angle, and the injector which injects the fuel which it had for every gas column, Identify the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on a crank angle, and the count program corresponding to the gas column which exists like an inhalation-of-air line out of the count program which it had for every gas column is called. Based on the consistency and crank angle of air in the air content which

passes a throttle, and a suction manifold, presume the inhalation-of-air property for every gas column, and estimate is calculated. And the air-fuel ratio control system of the internal combustion engine having the fuel-injection processing unit which calculates the fuel oil consumption to the injector of each gas column corresponding to this estimate is offered.
[0016] Said inhalation-of-air property is the inspired air volume or inhalation-of-air effectiveness for every gas column.
[0017] In the inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of an internal combustion engine that this invention was equipped with the Taki cylinder Measure the throttle passage air content Mth and augend **Pm of the consistency Pm of the gas in a manifold and a consistency is calculated. Augend **Mm of the gas in a manifold is calculated by applying the volume Md of a manifold (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve) to this augend **Pm. Calculate a crank angle rate by measuring a crank angle and differentiating this, and the inhalation-of-air effectiveness q is calculated by q= (Mth-**Mm) / Md by the following formula. The inflow inspired-air-volume presumption approach for every gas column of calculating Mc=Pmx (omega/4pi) xVcxq=Mdxq (1/C being the volume of a gas column here), and calculating the inspired air volume to each gas column by the following formula is offered.
[0018] The approach of equalizing inspired-air-volume dispersion for every gas column, and controlling dispersion in the air-fuel ratio for every gas column by inflow inspired-air-volume presumption for every gas column is offered.
[0019]
[Embodiment of the Invention] Air Fuel Ratio Control>> based on inhalation-of-air effectiveness presumption classified by gestalt 1:gas column of <<invention implementation The configuration of this invention is explained using drawing 1 .
[0020] The air incorporated from an internal combustion engine's outside passes a throttle, and is incorporated by the manifold 9. By adjusting the amount of the air passed according to the aperture condition of a throttle, the torque generated from an internal combustion engine can be adjusted.
[0021] The air which passed the throttle fills a manifold 9, passes the tee of a manifold 9, and is incorporated in a gas column 5. An inlet valve 7 is between the tee of a manifold 9, and a gas column 5, this is interlocked with whenever [crank angle] and operates, when there is this gas column 5 like an inhalation-of-air line, it opens, and the air of a manifold 9 is incorporated by this gas column 5.
[0022] In this way, in order to measure the amount Mc of the air incorporated by the gas column 5, the throttle passage air content measuring instrument 2, the consistency measuring instrument 1 which measures the consistency of the air in a manifold in the set section of a manifold 9, and the crank angle sensor 3 are attached.
[0023] The gas column distinction means 6 with which the fuel-injection processing unit 100 was equipped distinguishes the gas column which exists like an inhalation-of-air line based on crank angle theta. The thing corresponding to the gas column distinguished when count means 601-60I (however, I the number of gas columns) to have calculated the air content Mc which flowed into the gas column 5 (the i-th cylinder), and to calculate the fuel oil consumption Fi to this gas column 5 based on this air content Mc were prepared for every gas column and it was like the inhalation-of-air line with the gas column distinction means 6 is called.
[0024] In called count means 60i, the inhalation air content Mc from the crank rotational speed omega which presumes inhalation-of-air effectiveness etai (number of the gas column which takes the value of i1-I) of this gas column 5, differentiates the output of presumed inhalation-of-air effectiveness etai, consistency rhom of the manifold measured by the consistency measuring instrument 1, and the crank angle sensor 3, and is obtained to a gas column 5 is calculated.
[0025] The amount Md of the air which will flow into a gas column 5 if the ideal case where there is no loss of flow is considered in case air is inhaled by the gas column 5 from a manifold 9 sets the volume of a gas column 5 to Vc, and is [0026].
[Equation 1]
$$Md = \rho m \times (\omega / 4\pi) \times Vc$$

[0027] The amount Mc of the air which actually flows into a gas column 5 using the rate (this is inhalation-of-air effectiveness etai) which flows into a gas column as a result of a loss since the loss of flow occurs in fact by the configuration of a manifold tee or a gas column inlet port and the timing

of closing motion of an inlet valve 7 although come out and given is [0028].
[Equation 2]
$Mc = \rho m \times (\omega / 4\pi) \times Vc \times \eta i = Md \times \eta i$

[0029] It is come out and calculated. Since inhalation-of-air effectiveness has dispersion for every gas column, precise control of an air-fuel ratio is attained by being calculated for every gas column. [Count of inhalation-of-air effectiveness] explains later an example of the approach of count of inhalation-of-air effectiveness.
[0030] In this way, when the inhalation air content Mc to this gas column 5 is calculated, it is the fuel oil consumption Fi from this and the target air-fuel ratio lambda to this gas column [0031]
[Equation 3]
$Fi = Mc / \lambda$

 [0032] It calculates more. The injection quantity Fi calculated when becoming the timing which should judge the fuel-injection timing of this gas column 5, and should be injected from crank angle theta is injected from an injector 4.
[0033] Drawing 2 summarized this operations sequence as a step Fig. First, the air content Mth which passes a throttle is measured (step 201), consistency rhom of the gas in a manifold is measured (step 202), and crank angle theta is measured (step 203). Based on this crank angle theta, it is distinguished whether 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line (step 204). If 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line, i-th count means 60i will be called (step 205), and cylinder [i-th] inhalation-of-air effectiveness etai of 5 will be calculated based on the crank angle rate omega which differentiates the i-th cylinder inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i-61I, the throttle passage air content Mth, manifold bashful volume density rhom, and crank angle theta, and is obtained (step 206). This inhalation-of-air effectiveness etai, vapor density rhom in a manifold 9, and 62i-62I (step 207) by which the i-th cylinder of the inhalation air content Mc of 5 is calculated from the crank angle rate omega based on several 2. 63i-63I (step 208) which will calculate the fuel oil consumption Fi to this gas column by several 3 based on this and the target air-fuel ratio lambda if the inhalation air content Mc to this gas column 5 is calculated. If crank angle theta is set to include-angle thetai which injects a fuel in this gas column 5 (step 209,210), the i-th injector 4 will inject the fuel of the calculated amount (step 211).
[0034] Thus, by establishing the count means 601-60I for every gas column, calculating the inhalation air content to a gas column by being based on the inhalation-of-air effectiveness for every gas column being calculated, and calculating the fuel oil consumption to a gas column, it is adapted for dispersion in the inhalation-of-air effectiveness in a gas column, and precise control of an air-fuel ratio is attained.
[0035] Since the air contents Mc which flow into a gas column 5 from a manifold 9 differ even if the crank rotational speed omega is the same as consistency rhom in a manifold 9, when it is charging-stroke initiation when inhalation-of-air effectiveness differs for every [count of inhalation-of-air effectiveness] gas column, the throttle passage air content Mth depending on change of consistency rhom of the air in a manifold 9, as a result throttle vertical Nagare's consistency difference is different. Then, the air content Mth which passes a throttle and 64i which computes inhalation-of-air effectiveness from consistency rhom of a manifold 9. When 5 [cylinder / i-th] is like [inhalation-of-air line] and augend deltaMm of the air flow rate Mth which passes a throttle, and the air content in a manifold 9 is used, the air content Mci which flows into 5 the i-th cylinder from drawing 3 is [0036].
[Equation 4]
$Mci = Mth - \Delta Mm$

[0037]
[Equation 5]
$\Delta Mm = Vc \times \Delta \rho m$

[0038] Be alike is calculated. From this and several 2, cylinder [i-th] inhalation-of-air effectiveness etai is [0039].
[Equation 6]
$\eta i = (Mth - \Delta Mm) / Md$

[0040] It can come out and calculate. This denominator will be [0041] if this will be called the ideal inflow Md, since it is inflow when inhalation-of-air effectiveness is ideal at 1.
[Equation 7]

$$\text{第i気筒の吸気効率}=\frac{\text{スロットル通過空気量}-\text{マニフォールド充填空気量}}{\text{理想流入量}}$$

[0042] It becomes.
[0043] By the way, it is known that the detection precision of the throttle passage air content Mth is not so good. Although inhalation-of-air effectiveness etai is dependent on vapor density rhom in an internal combustion engine's operational status, especially a manifold 9, and the crank rotational speed omega, since the change is loose, it is what (65i) inhalation-of-air effectiveness etai called for by several 6 is graduated for, and can raise the precision of inhalation-of-air effectiveness presumption. Graduated inhalation-of-air effectiveness etai is memorized to inhalation-of-air effectiveness memory 66i.
[0044] The computational procedure of inhalation-of-air effectiveness etai is explained using drawing 4 .
[0045] First, the throttle passage air content Mth is measured (step 401). Next, it asks for consistency rhom of the gas in a manifold 9 with the densitometry means 1, and augend deltaMm of the gas in a manifold 9 is calculated by applying the volume (volume of the field divided by the throttle and the inlet valve 7) of a manifold 9 to this augend deltarhom (step 402).
[0046] Crank angle theta is measured, the crank angle rate omega is calculated by differentiating this, and the ideal inflow Md to a gas column i is calculated by the-one number from consistency rhom of the gas in this and a manifold 9 next (step 403). Based on several 6, inhalation-of-air effectiveness etai is calculated based on these count results (step 404).
[0047] Inhalation-of-air effectiveness etai is graduated by taking the weighted average of inhalation-of-air effectiveness etai which read inhalation-of-air effectiveness etai when this gas column 5 suits like an inhalation-of-air line last time from inhalation-of-air effectiveness memory 66i (step 405), and asked for it last time, and this inhalation-of-air effectiveness etai (step 406).
[0048] Thus, by asking for inhalation-of-air effectiveness etai, it is adapted for dispersion for every gas column, and the inhalation-of-air effectiveness for every gas column can be searched for with a sufficient precision.
[0049] Using as a concrete sensor for measuring the consistency of [measurement of consistency] gas combining a pressure sensor and a temperature sensor is mentioned as an example. From the definition of a consistency, and a gaseous equation of state, it is [0050].
[Equation 8]

$$\rho = n / V = P / RT$$

[0051] It comes out, and since it is, a consistency rho is called for by breaking the gaseous pressure P by temperature T, and amending a unit with a gas constant R. If a pressure sensor 11 and a temperature sensor 12 are arranged in the set section of a manifold 9 and it calculates according to several 8 within the count means 60 as shown in drawing 5 in order to measure the consistency of a manifold 9 like this example, consistency rhom of the gas in a manifold 9 will be called for.
[0052] An example of the configuration of the concrete sensor for calculating the air content Mth which passes the [measurement 1 of throttle passage air content] throttle is shown in drawing 6 . The air content Mth which passes a throttle is decided by throttle vertical Nagare's pressures Pa and Pm, temperature Ta and Tm, and the throttle opening alpha. The way of asking is [0053].
[Equation 9]

$$M_t = C_t A_t (1-\cos\alpha)\frac{P_a}{\sqrt{RT_a}}\sqrt{\frac{2k}{k-1}}\sqrt{\left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{2}{k}}-\left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{k+1}{k}}}$$

[0054] It comes out and a certain thing is introduced with the book of hydrodynamics (for example, Kazuyasu Matsuo work "compressible-fluid dynamics", p.). 64). As for a throttle opening sensor and 14, 13 is [a pressure sensor and 15] temperature sensors here.
[0055] Therefore, if the procedure of calculating the air content Mth which passes a throttle using the

sensor of a configuration as shown in drawing 6 is explained using drawing 7 The outside atmospheric pressure Pa is measured with the pressure sensor 14 arranged on the throttle upstream (step 701). Manifold-pressure Pm is measured with the pressure sensor 11 arranged on the throttle lower stream of a river (step 702). Outside air temperature Ta is measured with the temperature sensor 15 arranged on the throttle upstream (step 703). The manifold temperature Tm is measured with the temperature sensor 12 arranged on the throttle lower stream of a river (step 704). What is necessary is to measure the throttle opening alpha by the throttle opening sensor 13 (step 705), and just to calculate the SURUTTORU passage air content Mth using several 9 within the count means 60 (step 706).
[0056] There is an approach using a heat ray type air meter as other approaches of measuring the [measurement 2 of throttle passage air content] throttle passage air content Mth. Although the heat ray type air meter is described by JP,9-166464,A etc., in case a gas passes through the cross section where the heat ray was allotted, a gaseous flow rate will be measured with the heating value taken from a heat ray. In the example of this invention, as shown in drawing 8 , the heat ray type air meter 16 is arranged for the upstream of a throttle, and the throttle passage air content Mth is measured by reading this measurement data with the count means 60.
[0057] By establishing such a densitometry means 1 and the throttle passage air content measurement means 2, establishing the count means 601-60I for every gas column, calculating the inhalation air content Mc to a gas column by being based on the inhalation-of-air effectiveness for every gas column being calculated, and calculating the fuel oil consumption to a gas column, it is adapted for dispersion in the inhalation-of-air effectiveness in a gas column, and precise control of an air-fuel ratio is attained.
[0058] gestalt 2: of <<invention implementation -- Air Fuel Ratio Control>> using a dispersion correction factor the whole gas column -- inhalation-of-air effectiveness changes with an internal combustion engine's operational status gently. Although the inhalation-of-air effectiveness acquired from current measurement data was graduated by taking the past inhalation-of-air effectiveness and a weighted average and improvement in precision was aimed at in [count of inhalation-of-air effectiveness], it is also possible that the load over a current value and the past value applies, and change of inhalation-of-air effectiveness cannot be followed depending on the direction.
[0059] If it is the internal combustion engine of the same class, it will be thought that there are not so a difference in the configuration of the function of the inhalation-of-air effectiveness by the individual and a difference in the configuration of the function of the inhalation-of-air effectiveness in a gas column. When common inhalation-of-air effectiveness which shows the inhalation-of-air effectiveness of the 1st cylinder, the inhalation-of-air effectiveness of the 2nd cylinder, and the average inhalation-of-air effectiveness of all gas columns is graph-ized as a function of the consistency of the gas in a manifold, the correction factor which became, for example like drawing 9 (a), and broke the inhalation-of-air effectiveness of each gas column by common inhalation-of-air effectiveness is 1.0 like drawing 9 (b). It is thought that it becomes a neighboring gently-sloping function. Then, the dynamic part which changes according to an internal combustion engine's operational status prepares a common inhalation-of-air effectiveness map in advance. By presuming the part of the scale parameter which changes by every individual of every gas column and an internal combustion engine as a correction factor, and multiplying a common inhalation-of-air effectiveness map and the correction factor for every gas column The inhalation-of-air effectiveness presumption means which follows change of the inhalation-of-air effectiveness by change of an internal combustion engine's operational status, and can respond also to dispersion in every gas column and the inhalation-of-air effectiveness for every internal combustion engine individual is described.
[0060] A configuration is shown in drawing 10 . The same number is given to the same configuration as drawing 1 , and explanation is not repeated. Compared with the air-fuel ratio control system shown in drawing 1 , the inhalation-of-air effectiveness map 21 common to all gas columns is newly prepared, and, moreover, the inhalation-of-air effectiveness presumption means 611-61I corresponding to each gas column differ.
[0061] Correction factor count means 67i inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i of 5 presumes the i-th cylinder of a correction factor Ci to be from the throttle passage air content Mth,

the consistency Mth of the air of a manifold 9, and the crank angle rate omega, Correction factor memory 69i which memorizes the correction factor Ci when this gas column 5 suits like an inhalation-of-air line last time, and memorizes the result of having taken the weighted average with the correction factor Ci newly called for from measurement data this time, It consists of inhalation-of-air effectiveness amendment means 68i which calculates amendment inhalation-of-air effectiveness etai which had the difference for every gas column amended from smoothing means 65i which calculates this weighted average, and the called-for correction factor Ci and the inhalation-of-air effectiveness eta 0 read from the inhalation-of-air effectiveness map 21.

[0062] Since parts other than the inhalation-of-air effectiveness presumption means 611 - 61I are completely the same as that of the thing of drawing 1 among the air-fuel ratio control systems of drawing 10 , actuation of inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i is explained here.

[0063] If inhalation-of-air effectiveness etai is considered as product eta i=eta 0xCi of the component eta 0 which is common to all gas columns and changes with an internal combustion engine's operational status, and the component Ci of the scale factor by dispersion for every gas column, it will be [0064] from several 6.

[Equation 10]

$$Ci = (Mth - \Delta Mm) / Md \times \eta i$$

[0065] The component which changes with operational status is removed by breaking a next door and the several 6 right-hand side by the common inhalation-of-air effectiveness eta 0 read from the inhalation-of-air effectiveness map 21, and the correction factor Ci which takes an almost fixed value for every gas column is obtained.

[0066] Inhalation-of-air effectiveness etai by which dispersion for every gas column was amended is obtained by reading and applying the common inhalation-of-air effectiveness eta 0 according to operational status from the inhalation-of-air effectiveness map 21, after graduating this.

[0067] The presumed procedure of inhalation-of-air effectiveness etai in this inhalation-of-air effectiveness presumption means 61i is explained using the step Fig. of drawing 11 .

[0068] The throttle passage air content Mth is measured first (step 1101). Next, augend deltaMm of the gas in a manifold 9 is calculated from consistency rhom of the gas in the manifold 9 measured from the densitometry means 1 (step 1102).

[0069] From consistency rhom of the gas in the crank angle rate omega and a manifold 9, the ideal inflow Md to a gas column i is calculated by the-one number (step 1103), and the common inhalation-of-air effectiveness eta 0 is read from the inhalation-of-air effectiveness map 21 next according to an internal combustion engine's operational status (step 1104). Based on several 10, a correction factor Ci is calculated based on these count results (step 1105).

[0070] A correction factor Ci is graduated by taking the weighted average of the correction factor Ci which read the correction factor Ci when this gas column suits like an inhalation-of-air line last time from the correction factor memory 21 (step 1106), and asked for it last time, and this correction factor Ci (step 1107).

[0071] Multiplying-by this correction factor Ci-common inhalation-of-air effectiveness eta 0 inhalation-of-air effectiveness etai is called for (step 1108).

[0072] Thus, inhalation-of-air effectiveness etai is divided into the common inhalation-of-air effectiveness eta 0 which changes depending on an internal combustion engine's operational status, and the correction factor Ci depending on a gas column, and is considered, the common inhalation-of-air effectiveness eta 0 prepares the map in advance, by presuming at the time of operation, the precision of a correction factor Ci is good, moreover, change of the inhalation-of-air effectiveness by change of an internal combustion engine's operational status can be followed quickly, and it can ask it for different inhalation-of-air effectiveness for every gas column.

[0073] gestalt 3: of <<invention implementation -- Air Fuel Ratio Control>> which prepares a fuel-oil-consumption map for every gas column -- although inhalation-of-air effectiveness presumed and the combustion injection quantity calculated based on this inhalation-of-air effectiveness in gestalt 1>> of <<invention implementation, operating an internal combustion engine, the air-fuel ratio control system of preparing sensor data and the map of the relation of fuel oil consumption for every gas column, controlling the fuel oil consumption for every gas column by searching this map, and controlling an air-fuel ratio to a precision the whole gas column is also considered. I hear that the

thing of the count engine performance in which a count means to carry in an air-fuel ratio control system is low can also realize highly precise Air Fuel Ratio Control according to gas column, and it has the merit of such equipment.
[0074] The configuration of this air-fuel ratio control system is explained using drawing 12 . In addition, [creation of a fuel-oil-consumption map] describes the creation approach of a map a back forge fire.
[0075] Compared with the air-fuel ratio control system which shows the configuration of this equipment to drawing 1 , the count means 601-60I with which each gas column was equipped differ. These count means 601-60I consist of the fuel-oil-consumption maps 711-71I in which the relation between measurement data and the fuel oil consumption for every gas column is shown, the throttle passage air content Mth and manifold bashful volume density rhom, and fuel-oil-consumption count means 701-70I to read fuel oil consumption from the fuel-oil-consumption maps 711-71I based on the crank angle rate omega, and to send the command of the injection quantity to an injector 4.
[0076] Such count means 601-60I are explained using drawing 13 about the operations sequence of the air-fuel ratio control system with which each gas column was equipped.
[0077] First, measurement (step 1201) of an air content Mth which passes a throttle, measurement (step 1202) of consistency rhom of the gas in a manifold, and measurement (step 1203) of crank angle theta are performed. Based on this crank angle theta, it is distinguished whether 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line (step 1204), and if 5 [cylinder / i-th] is an inhalation-of-air line, i-th count means 60i will be called (step 1205).
[0078] If the i-th count means is called, based on the throttle passage air content Mth, manifold bashful volume density rhom, and the crank angle rate omega, fuel-oil-consumption count means 70i will be searching fuel-oil-consumption map 71i, and will calculate the fuel oil consumption Fi to the i-th cylinder (step 1206). If crank angle theta is set to include-angle thetai which injects a fuel in this gas column 5 (steps 1207 and 1208), the i-th injector will inject the fuel of the calculated amount Fi (step 1209).
[0079] Equipment for [creation of fuel-oil-consumption map] fuel-oil-consumption maps 711-71I to create is explained using drawing 14 .
[0080] The throttle control unit 1401 which controls the throttle passage air content Mth by controlling the opening of an internal combustion engine's throttle in order to create the fuel-oil-consumption maps 711-71I, The load generator 1402 which adjusts the rotational speed omega of a crank by it being attached in a crank and giving a load, Fuel oil consumption is calculated based on the sensor data from the throttle passage air content instrumentation 2, the manifold-pressure instrumentation 1, and the crank angle sensor 3, and the fuel-oil-consumption map listing device 1403 which records the relation between these sensors data and fuel oil consumption on the fuel-oil-consumption maps 711-71I is used.
[0081] The operations sequence of the fuel-oil-consumption map listing device 1403 is explained using drawing 14 .
[0082] First, the fuel-oil-consumption map listing device 1403 sends the load which gives the command value of throttle opening to the throttle control means 1401 at delivery (step 1501) and a crank to the load generating means 1402 (step 1502). An internal combustion engine's operational status is set up by this, and the various throttle flow rates Mth and manifold consistency rhom, and the crank angle rate omega can be realized by it. In this way, the fuel-injection map listing device 1403 reads the throttle passage air content Mth of the internal combustion engine which had operational status set up (step 1503), manifold consistency rhom (step 1504), and crank angle theta (step 1505). The fuel-injection map listing device 1403 distinguishes which gas column there is like an inhalation-of-air line based on read crank angle theta (step 1506). Based on this distinction result, count of inhalation-of-air effectiveness etai of the gas column 5 which exists like an inhalation-of-air line is performed by 1403 in a fuel-injection map listing device (step 1507). The count approach of inhalation-of-air effectiveness etai is the same as that of the above-mentioned [count of inhalation-of-air effectiveness]. Following on count of inhalation-of-air effectiveness etai, count (step 1508) of the air content Mc which flowed into this gas column 5, and count Fi (step 1509) of the fuel injected in this gas column 5 are performed. This count approach is the same as that of what was stated by operation gestalt 1>> of <<invention. Based on the calculated fuel oil consumption Fi, the fuel-

injection map listing device 1403 injects a fuel-injection command to the injector 4 of this gas column 5, and delivery and an injector 4 inject a fuel (step 1510). The set of the throttle passage air content Mth at this time, manifold consistency rhom, the crank angle rate omega, and fuel oil consumption Fi is saved for every gas column 1403 in a fuel-oil-consumption map listing device (step 1511). If sufficient quantity of measurement data and the set of the injection quantity are saved, these data will be interpolated, the map for searching fuel oil consumption from the throttle passage air content Mth, manifold consistency rhom, and the crank angle rate omega will be created for every gas column, and this map will be written in the fuel-oil-consumption maps 711-71I in an air-fuel ratio control system (step 1513). If sufficient measurement data and the set of the injection quantity are not saved, it will return to step 1501 and data collection will be performed further.

[0083] Thus, count of the fuel oil consumption in operation gestalt 1>> of <<invention is performed by the fuel-oil-consumption map listing device 1403 prepared apart from the air-fuel ratio control system. By controlling fuel oil consumption by searching this map for that result in the case of writing and actual operation on the fuel-oil-consumption maps 711-71I in an air-fuel ratio control system Precise Air Fuel Ratio Control corresponding to dispersion in the inhalation-of-air effectiveness for every gas column becomes possible, pressing down low the count load of the count means 601-60I in an air-fuel ratio control system.

[0084]

[Effect of the Invention] It becomes possible to control the air-fuel ratio in a gas column by measuring the inhalation air content to a gas column, and controlling fuel oil consumption, presuming different inhalation-of-air effectiveness for every engine or gas column, to a precision. By this, it can contribute to an improvement of an internal combustion engine's fuel consumption and reduction of the harmful matter in exhaust gas.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] Drawing showing an example of the configuration of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 2] Drawing showing an example of the operations sequence of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 3] Drawing showing the relation of increase and decrease of the air content in the operation gestalt of this invention.
[Drawing 4] Drawing showing an example of the presumed procedure of the inhalation-of-air effectiveness of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 5] Drawing showing an example of the sensor configuration for the densitometry of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 6] Drawing showing an example of the sensor configuration for measurement of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 7] Drawing showing an example of the computational procedure of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 8] Drawing showing other examples of the sensor placement for measurement of the throttle passage air content of the operation gestalt of this invention.
[Drawing 9] Drawing showing an example of drawing showing dispersion in the inhalation-of-air effectiveness for every gas column, and change of the inhalation-of-air effectiveness by operational status.
[Drawing 10] Drawing showing an example of an operation gestalt using the common inhalation-of-air effectiveness map of this invention.
[Drawing 11] Drawing showing an example of the operations sequence of an operation gestalt using the common inhalation-of-air effectiveness map of this invention.
[Drawing 12] Drawing showing an example of the operation gestalt which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.
[Drawing 13] Drawing showing an example of the operations sequence of the operation gestalt which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.
[Drawing 14] Drawing showing an example of the means for preparing the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.
[Drawing 15] Drawing showing an example of the procedure which prepares the inhalation-of-air effectiveness map according to gas column of this invention in advance.

[Translation done.]

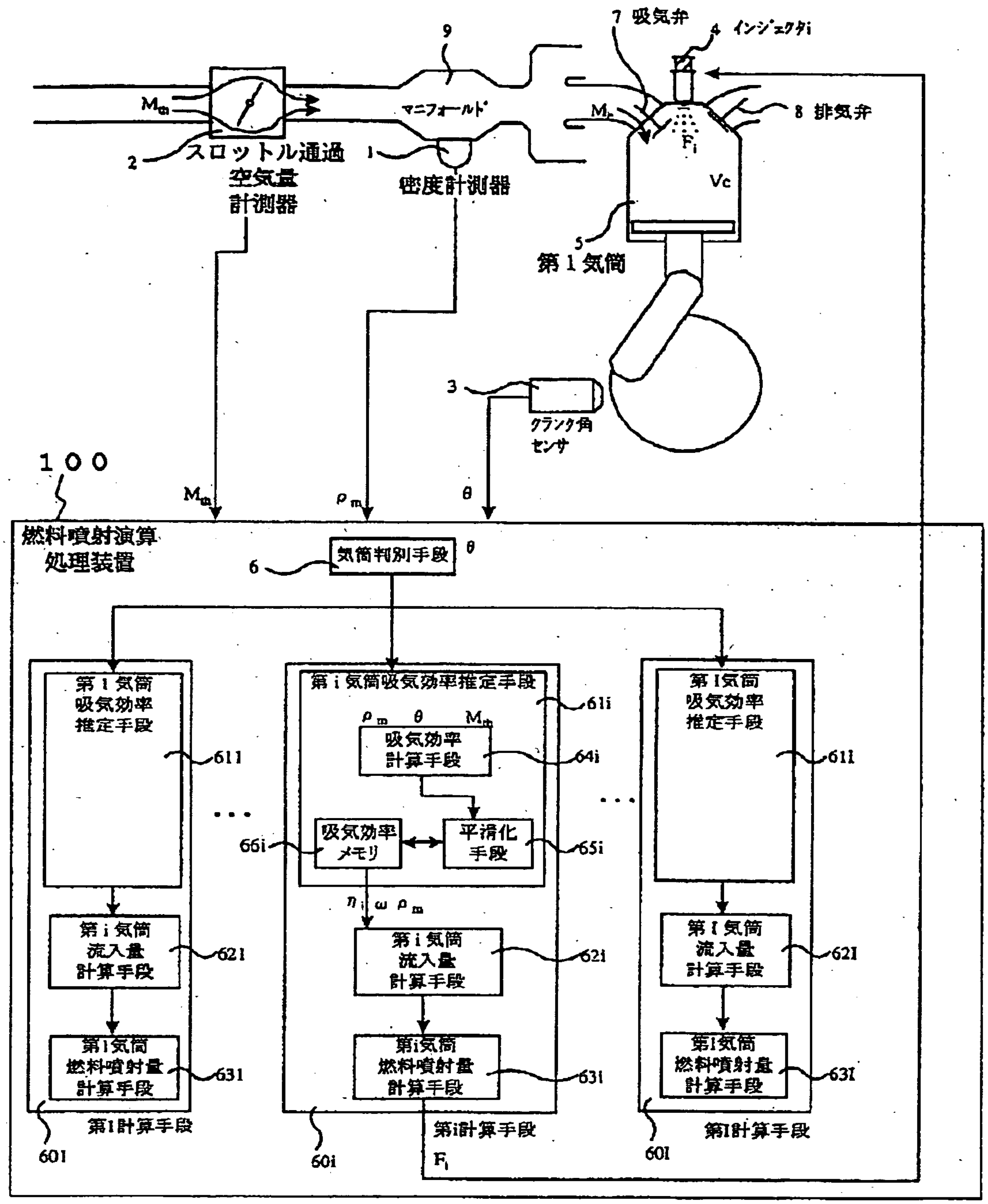
* NOTICES *

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

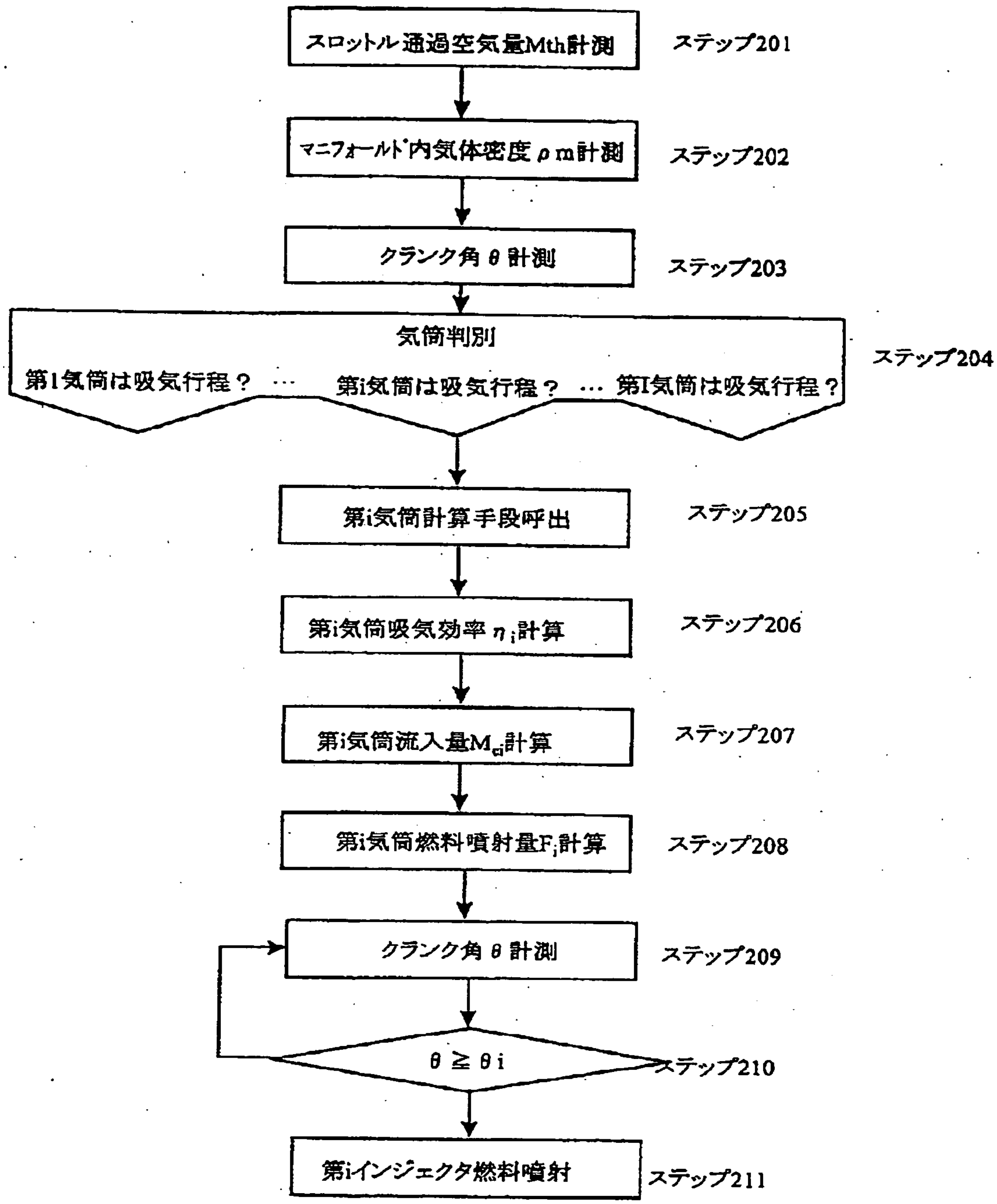
[Drawing 1]

図 1


7 吸気弁
4 インジェクタi
9
マニフォールド
8 排気弁
M_{th}
M_r
F_i
Vc
2 スロットル通過空気量計測器
1 密度計測器
5 第1気筒
3 クランク角センサ
100
M_{th}
ρ_m
θ
燃料噴射演算処理装置
6 気筒判別手段
第1気筒吸気効率推定手段
611
第i気筒吸気効率推定手段
61i
ρ_m θ M_{th}
吸気効率計算手段
64i
吸気効率メモリ
66i
平滑化手段
65i
η_i ω ρ_m
第i気筒流入量計算手段
62i
第i気筒燃料噴射量計算手段
63i
第1計算手段
601
第i計算手段
60i
F_i
第I気筒吸気効率推定手段
61I
第I気筒流入量計算手段
62I
第I気筒燃料噴射量計算手段
63I
第I計算手段
60I

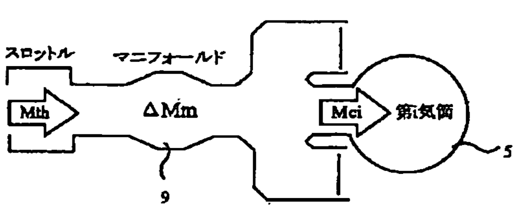
[Drawing 2]

図 2



[Drawing 3]

図 3



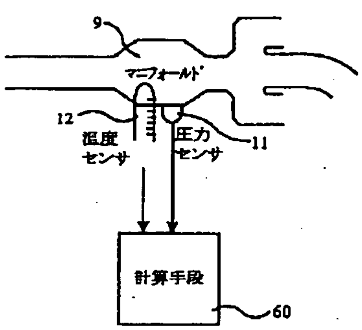
[Drawing 4]

図 4

スロットル通過空気量M_{th}の計測	ステップ401
↓	
マニフォールド充填空気量ΔM_mの計算	ステップ402
↓	
理想流入量M_dの計算	ステップ403
↓	
吸気効率η_iの計算	ステップ404
↓	
前回第i気筒吸入時の吸気効率η_i読み出し	ステップ405
↓	
吸気効率η_iの平滑化	ステップ406

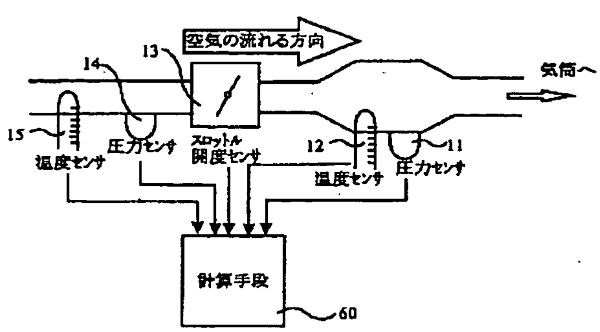
[Drawing 5]

図 5



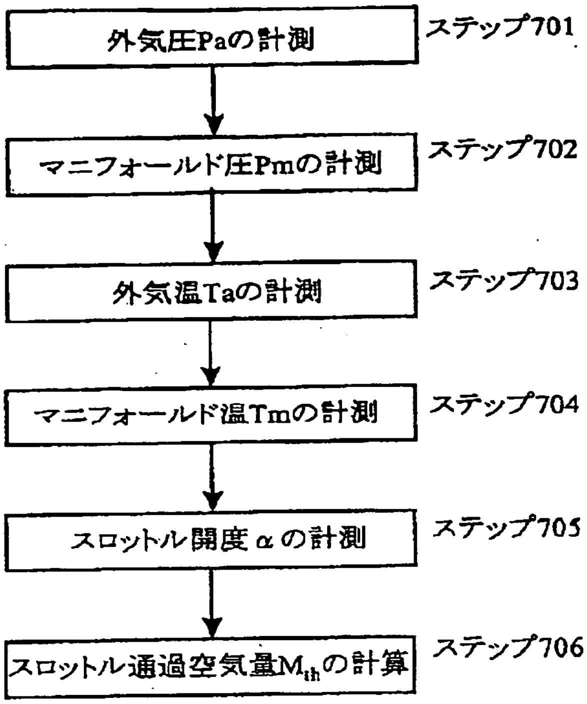
[Drawing 6]

図 6



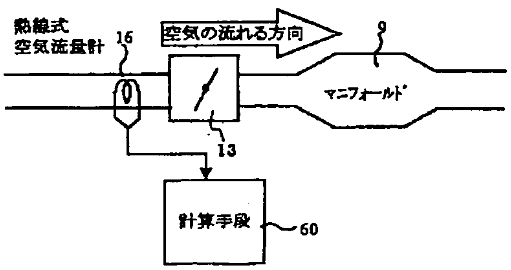
[Drawing 7]

図 7



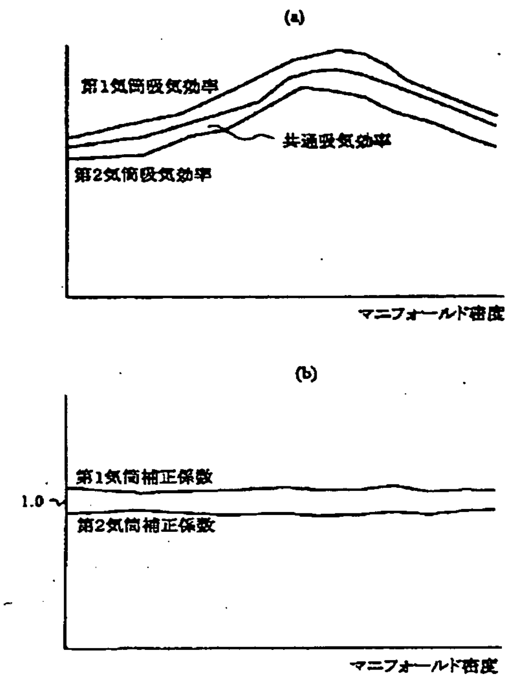
[Drawing 8]

図 8



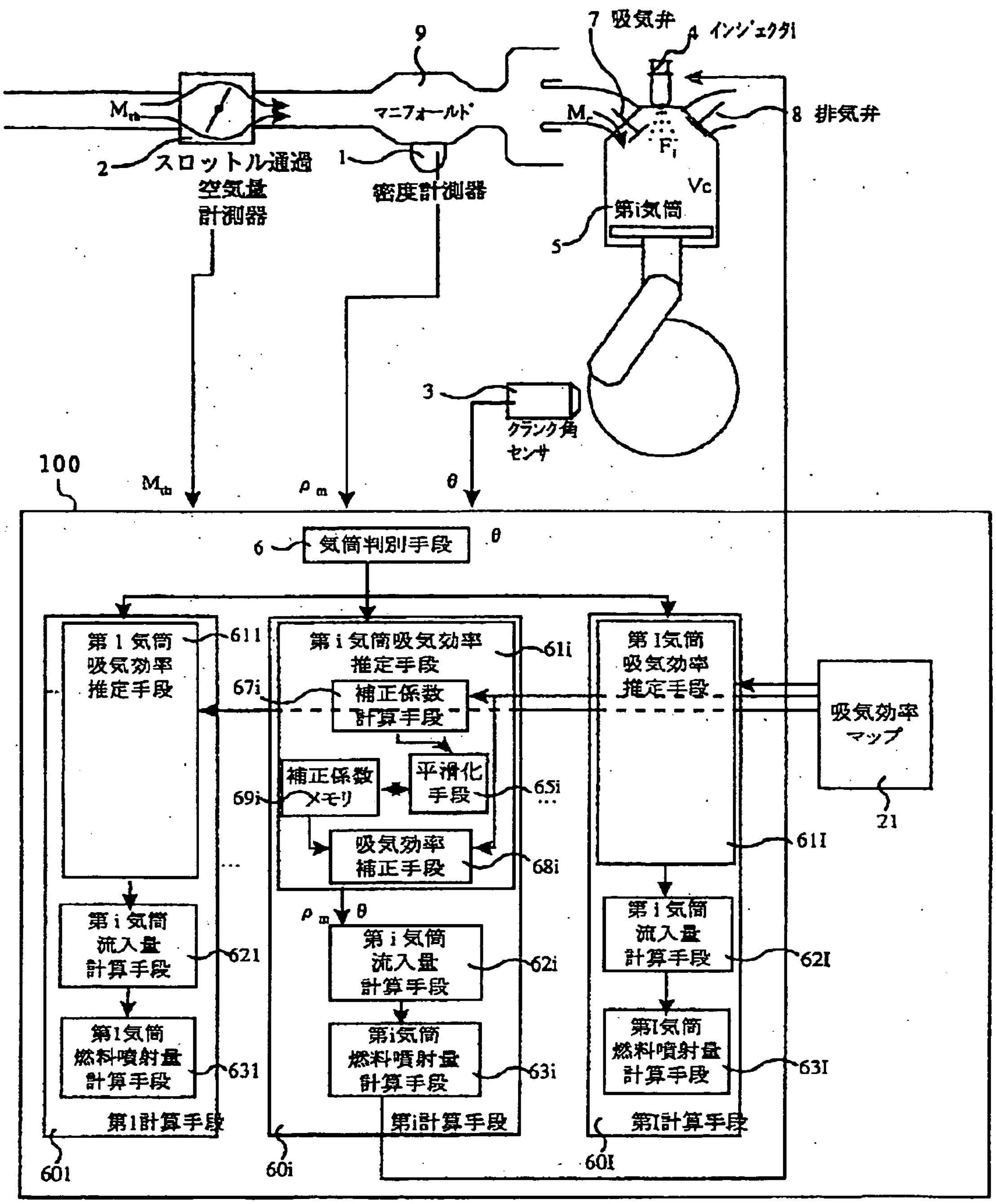
[Drawing 9]

図 9



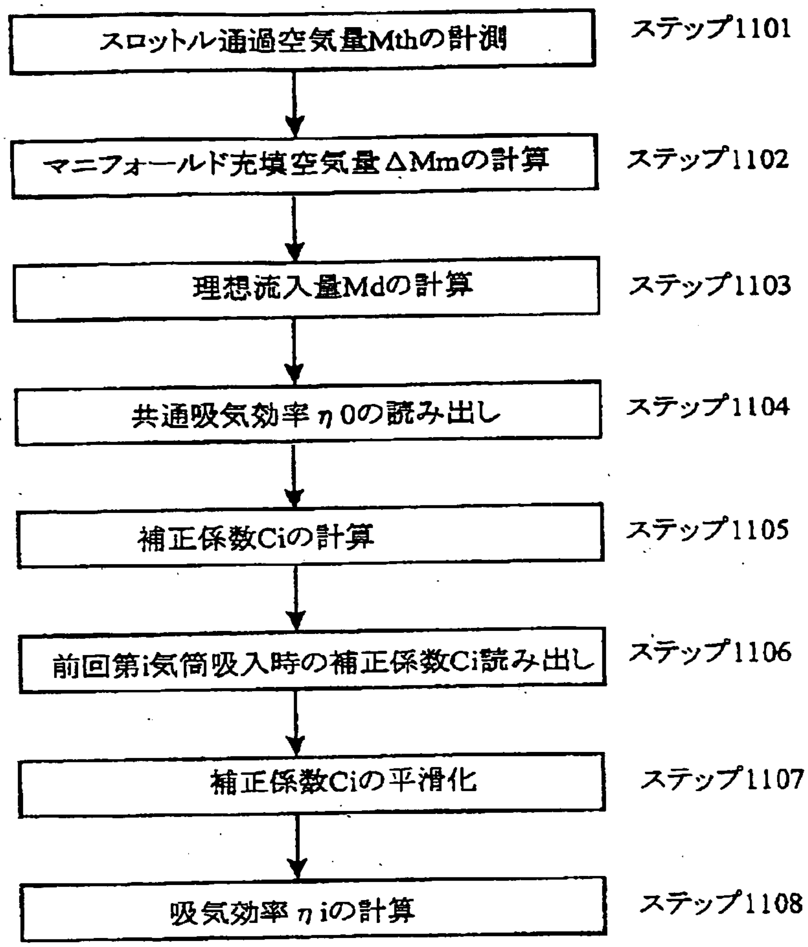
[Drawing 10]

図 10



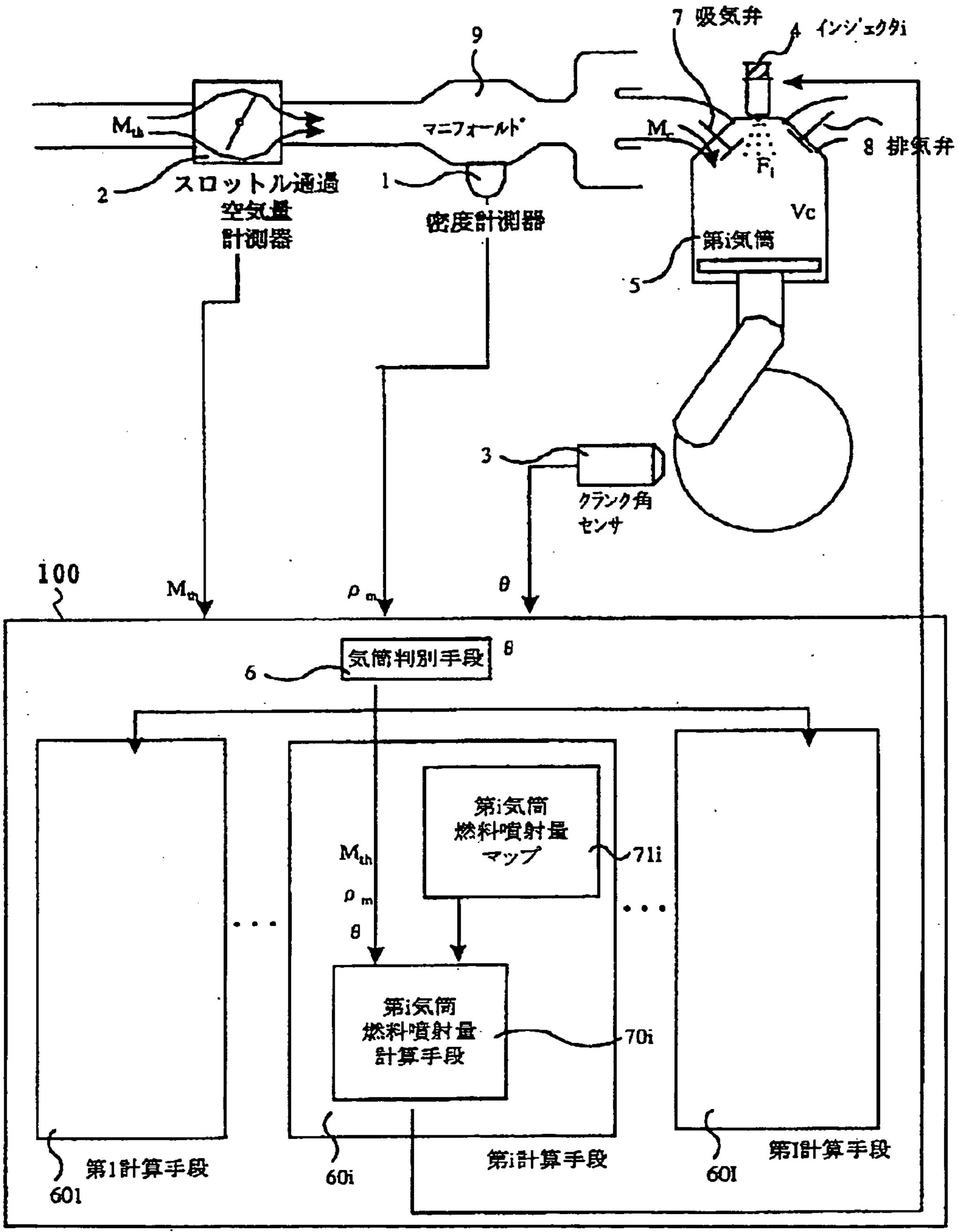
[Drawing 11]

図 11



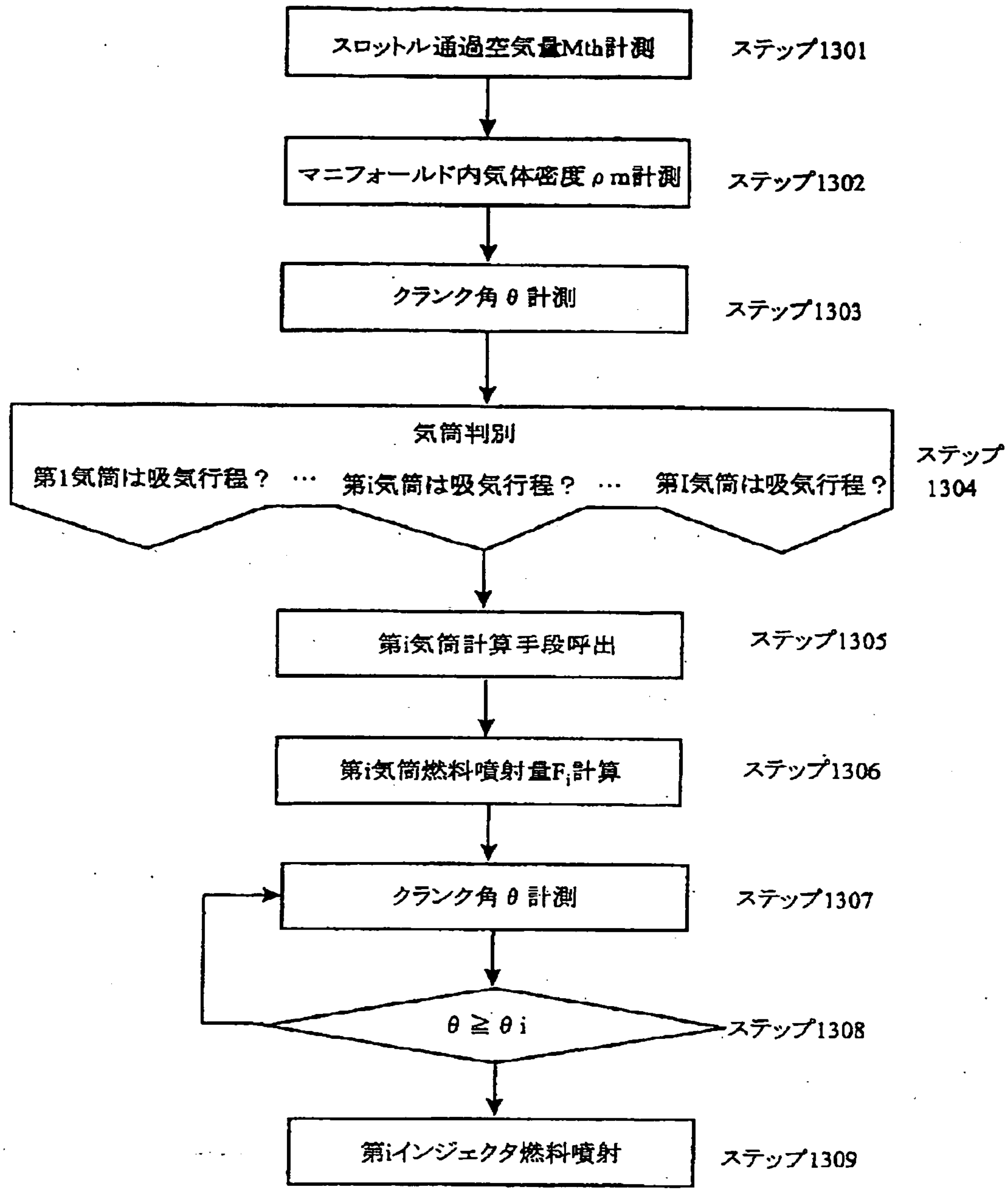
[Drawing 12]

図 12



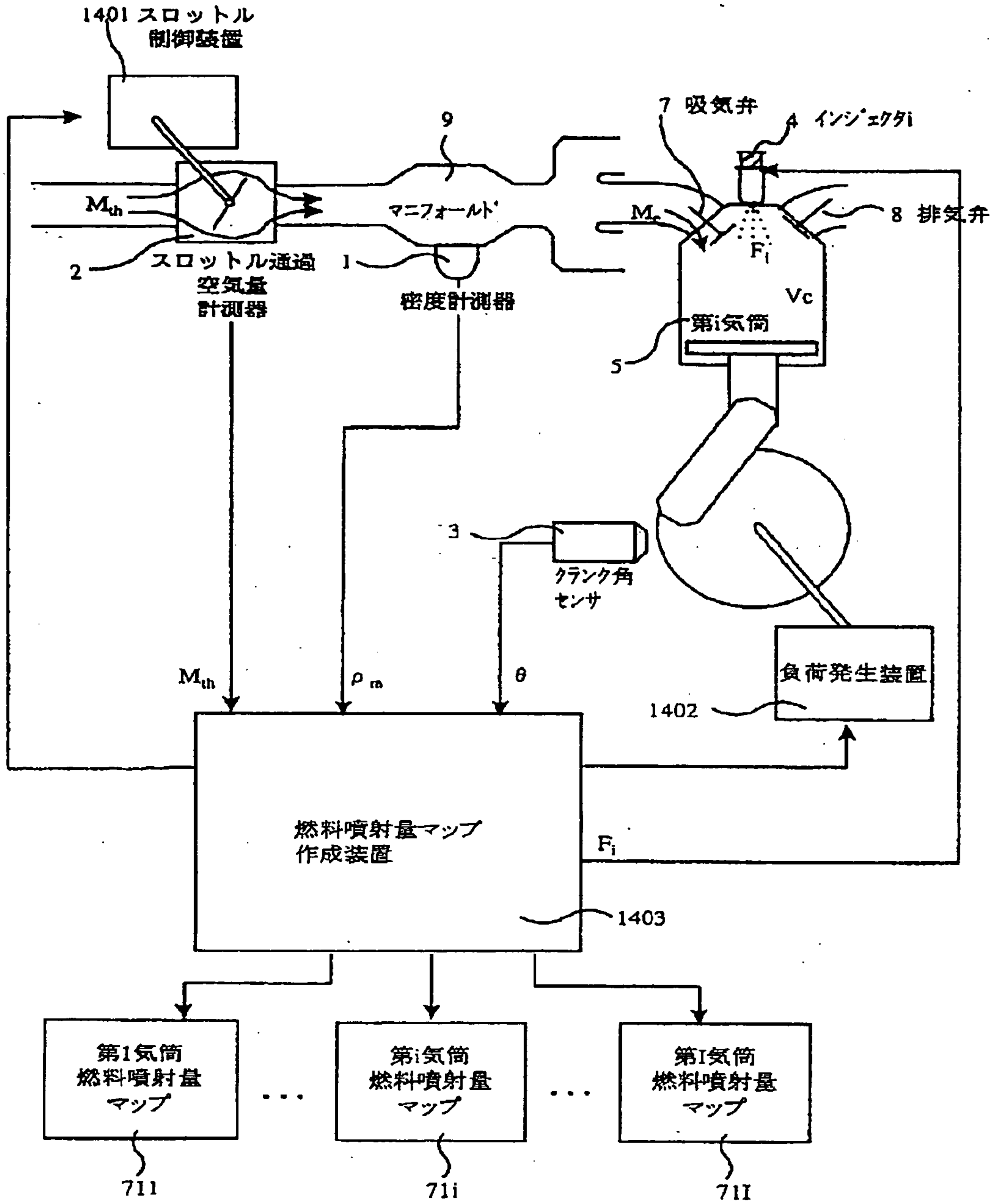
[Drawing 13]

図 13



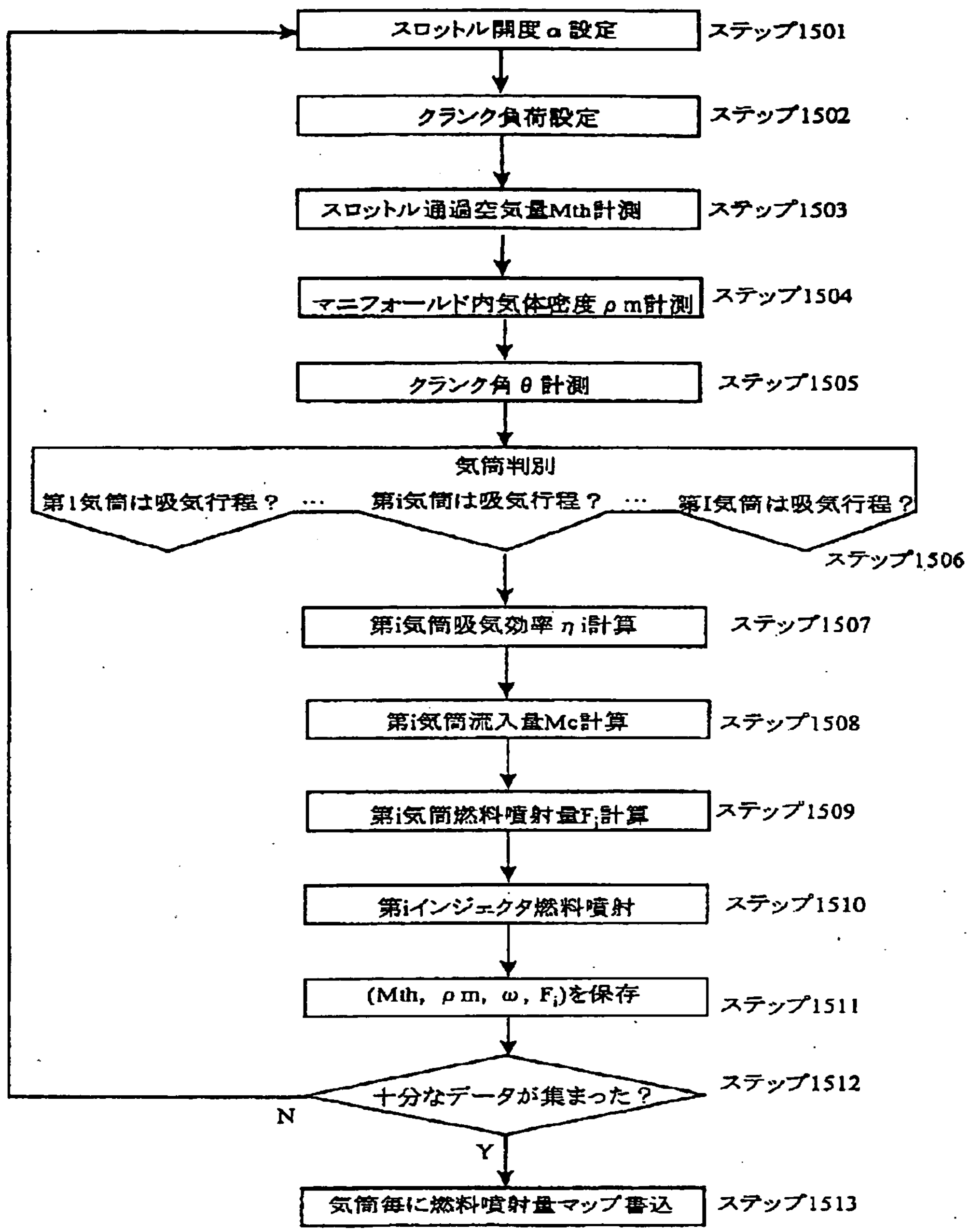
[Drawing 14]

図 14



[Drawing 15]

図 15



[Translation done.]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2001－234798
（P2001－234798A）
(43)公開日　平成13年8月31日(2001.8.31)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード゛(参考)
Ｆ０２Ｄ　41/36		Ｆ０２Ｄ　41/36	Ｂ	３Ｇ０８４
41/04	３０５	41/04	３０５Ａ	３Ｇ３０１
41/14	３１０	41/14	３１０Ｌ	
41/18		41/18	Ｇ	
41/34		41/34	Ｑ	

審査請求　未請求　請求項の数12　ＯＬ　（全 19 頁）
最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000－50536(P2000－50536)

(22)出願日　平成12年2月22日(2000.2.22)

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者　青野　俊宏
茨城県土浦市神立町502番地　株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者　小渡　武彦
茨城県土浦市神立町502番地　株式会社日立製作所機械研究所内

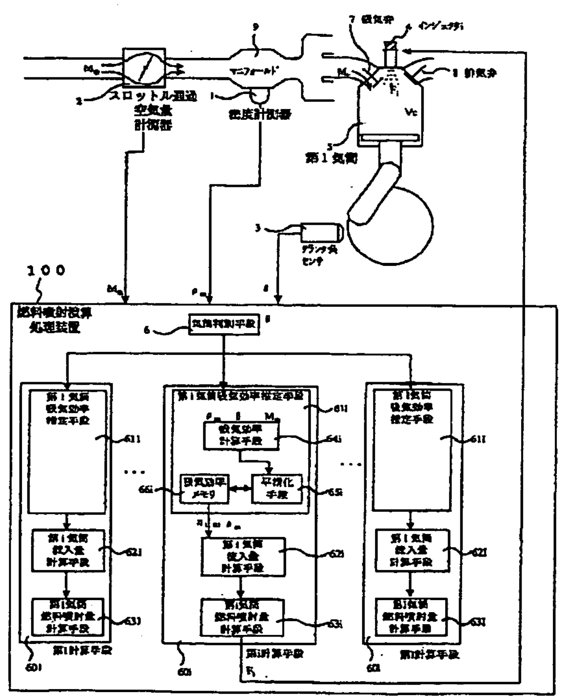
(74)代理人　100074631
弁理士　高田　幸彦　（外１名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　内燃機関の空燃比制御装置および気筒毎流入吸気量推定方法

(57)【要約】
【課題】エンジン毎、気筒毎に吸気効率のマップを作成することなく、内燃機関の運転状態が色々と変化しても気筒毎の吸入空気量を正確に求めること。
【解決手段】マニフォールド内の気体の密度を計測し、スロットルを通過する空気量を計測し、内燃機関のクランクの角度を計測し、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、吸気行程の気筒に対応する計算手段が呼び出され、該計算手段は、吸気効率を推定し、吸気効率と上記センサデータに基づき気筒に流入した空気量を計算し、この空気量に基づき該気筒への燃料噴射量を計算することで空燃比を制御する。

図　1



【特許請求の範囲】

【請求項１】多気筒を備え、各気筒に吸入される空気の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空燃比制御装置において、
気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタを備え、
クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、気筒毎の吸気ばらつきを推定して各気筒毎の吸気量を特定し、かつ該推定した気筒毎の吸気量に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項２】多気筒を備え、各気筒に吸入される空気の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空燃比制御装置において、
スロットルを通過する空気量を計測する流入空気量計測器と、
内燃機関の吸気マニフォールド内の空気の密度を計測する空気密度計測器と、
内燃機関のクランク角を計測するクランク角センサと、
気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタと、
クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、スロットルを通過する空気量、吸気マニフォールド内の空気の密度およびクランク角に基づいて気筒毎の吸気特性を推定して推定値を求め、かつ該推定値に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えたことを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項３】請求項２において、
前記吸気特性は、気筒毎の吸気量または吸気効率であることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項４】請求項２の燃料噴射制御装置において、
スロットルを通過する空気量と吸気マニフォールド内の空気の密度と、クランク角の速度とに基づき各気筒に空気が取り込まれる際の損失の割合を気筒毎に計算し、この損失の割合とマニフォールド内の空気の密度とクランク角の速度から該気筒に取込まれる空気量を計算し、該気筒への燃料噴射量を計算することを特徴とした空燃比制御装置。

【請求項５】請求項２の燃料噴射制御装置において、
スロットルを通過する空気量と吸気マニフォールド内の空気の密度と、クランク角の速度とに基づき各気筒に空気が取込まれる際の損失の割合を気筒毎に計算し、この損失の割合を全気筒に共通して設けた共通吸気効率で割ることで気筒毎のばらつきを表す補正係数を計算し、該気筒の前回の補正係数との加重平均をとることで補正係数を平滑化し、平滑化した補正係数を共通吸気効率に掛けることで各気筒について補正した損失の割合を計算することを特徴とした空燃比制御装置。

【請求項６】請求項２において、
マニフォールドの気体の密度の変化からマニフォールドを充填するために使われた空気量を計算し、マニフォールド内の気体の密度とクランク角速度とから気体の流れの損失を０とした場合の気筒への理論流入空気量を計算し、スロットルを通過した空気量からマニフォールドを充填するために使われた空気量を引き、その結果を理論流入空気量で割って吸気効率を計算し、前回の吸気効率と加重平均を取って吸気効率を平滑化することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項７】請求項３において、
マニフォールドの気体の密度の変化からマニフォールドを充填するために使われた空気量を計算し、マニフォールド内の気体の密度とクランク角速度とから気体の流れの損失を０とした場合の気筒への理論流入空気量を計算し、スロットルを通過した空気量からマニフォールドを充填するために使われた空気量を引き、その結果を理論流入空気量と各気筒共通の共通吸気効率の積で割ることで補正係数を計算して前回の補正係数と加重平均を取ることで補正係数を平滑化し、平滑化した補正係数を共通吸気効率に掛けることで、各気筒について補正した吸気効率を計算することを特徴とする空燃比制御装置。

【請求項８】請求項２において、
前記燃料噴射演算処理装置は、燃料噴射量マップを含み、該燃料噴射量マップを使用して燃料噴射量を計算することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項９】請求項２において、
前記流入空気密度計測器は、マニフォールドに配設された圧力センサと温度センサとから構成することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項１０】請求項２において、
前記流入空気密度計測器は、マニフォールドに配設された圧力センサと温度センサと、およびスロットルの開度を計る開度センサとから構成されることを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項１１】請求項２において、
前記流入空気密度計測器は、熱線式空気流量計で構成することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

【請求項１２】多気筒を備えた内燃機関の気筒毎の流入吸気量推定方法において、
スロットル通過空気量Mthを計測し、
マニフォールド内の気体の密度Ｐｍおよび密度の増加量△Ｐｍを求め、
この増加量△Ｐｍにマニフォールドの容積Ｍｄ（スロットルと吸気弁とによって仕切られた領域の容積）を掛けることでマニフォールド内の気体の増加量△Ｍｍを計算し、
クランク角を計測してこれを微分してクランク角速度を計算し、

次の式で吸気効率ｑを

ｑ＝（Ｍｔｈ－△Mm）／Ｍｄ

で計算し、次の式で各気筒への吸気量を

Ｍｃ＝Ｐｍ×（ω／４π）×Ｖｃ×ｑ＝Ｍｄ×ｑ

（ここで１／Ｃは気筒の容積）を計算して求めることを特徴とする気筒毎の流入吸気量推定方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】内燃機関の燃費の向上や排気ガス内の有害物質の低減のために、気筒に吸入される空気の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する空燃比制御技術に関する。特に本発明では、気筒別の空燃比のばらつきを解消する技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】内燃機関の空燃比を制御するには、気筒に吸入される空気量を計測しこれにもとづいて燃料噴射量を計算し制御したり、あるいは、排気から空燃比を計測してこれを目標値に保つように燃料噴射量を制御する方法があるが、これまで、内燃機関の気筒に吸入される空気量の計測装置、あるいは空燃比の計測装置としては、特開平7－42600号に代表されるマニフォールドに取付けた圧力センサを用いるもの、特開平9－166464 号に代表される吸気系配管に取付けられた熱線式空気流量計を用いるもの、特開平7－133738 号に代表される排気系配管に空燃比センサを取付け、排気の空燃比を目標値に保つようフィードバックするものなどがあった。

【０００３】一般に、気筒に取込まれる空気量Ｍｃは、マニフォールドの圧力Ｐｍとクランクの回転数Ｎに比例し、

Ｍｃ＝Ｐｍ＊Ｎ＊η＊Ｖｃ／Ｒ＊Ｔｍ

で近似できることが、広く知られている。ただし、気筒の容積Ｖｃ，気体定数Ｒ，マニフォールド内の気体の温度Ｔｍである。ηは吸気効率（文献によっては、充填効率，体積効率などと呼ばれることもある）と呼ばれ、マニフォールド・気筒の入口の形状や気筒入口の吸気弁の開閉のタイミングによって、気筒への流入のロスが生じるが、そのロスの結果、何パーセントの空気が気筒に取込まれるかという値である。ηは、マニフォールドの圧力Ｐｍやクランクの回転数Ｎによって若干変化するので、ＰｍやＮのマップとして表される。

【０００４】特開平7－42600号では所謂スピードデンシティーという方法を採用している。この方法では、エンジンの回転速度と吸気マニフォールドの圧力の関数としての吸気効率のマップを事前に用意し、運転時には、エンジンの回転速度とマニフォールドの圧力を計測し、エンジンの回転速度とマニフォールドの圧力からマップを検索してえられる吸気効率、観測されるエンジン回転速度、吸気マニフォールド圧力をもとにして吸気量の計算を行っていた。この方式では、内燃機関の運転状態によって変化する吸気効率をマップから検索することで運転状態が変化しても正しい気筒への吸入空気量を計算できるようにしている。

【０００５】特開平9－166464 号では熱線式空気流量計によって気筒への流入空気量を計測している。本方式は、気筒上流の吸気流入通路に熱線式空気流量計を配置し、空気が熱線式空気流量計の配された断面を通過する空気量を計測するものである。本方式では、通過空気の絶対量が直接求められるため、吸気効率のマップがいらないというメリットがある。

【０００６】特開平7－133738 号では、空気量を計るのではなく、空燃比を計測し、これを目標値に保つように燃料噴射量の制御を行っている。本方式では、排気系集合部に１つの広域空燃比センサを配置し、排気気筒のローテーションと、気筒から排気されてから空燃比センサに影響を及ぼすまでの遅れをモデル化し、気筒毎の空燃比をオブザーバにより推定しようというものである。本方式では、先述の２つの公知例では考慮されてこなかった、気筒別の空燃比を計測している。

【０００７】また、吸入空気量について、特開平9－22884 号，9－126006号，11－6460号が言及するところである。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】内燃機関の気筒に入る空気量は、気筒毎に約５％～約１０％程度ばらつくといわれている。このため、全ての気筒に同じ量の燃料を噴射したのでは、気筒毎に空燃比が異なってきて、燃料を目標空燃比より多く噴射された気筒では、排気ガス中の炭化水素などの有害物質が増えるという問題があり、燃料を目標空燃比より少なく噴射された気筒では、酸化窒素の割合が増えたり、トルクにムラが生じるといった問題がある。

【０００９】マニフォールドから全ての気筒へ空気が流れ込む際の吸気効率の平均を吸気効率のマップとして保持しており、マニフォールドの圧力が一定なら全ての気筒に同じ量の燃料を噴射した方法にあっては、気筒毎の空燃比にばらつきが生じてしまう。

【００１０】吸気マニフォールドに流れ込む空気量は正確に求めるが、マニフォールドに流れ込んだ空気が各気筒に分配される割合については考慮しない方法にあっては、全ての気筒に同じ割合で空気が分配されるものとして考えているので、空燃比の気筒毎のばらつきが生じてくる。

【００１１】燃焼して排気過程を経て排気管に達した空気の空燃比を計測して、これを一定に保つために排気管の空燃比センサで燃料の割合が下がったのを観測して、始めて燃料の割合を増加させる方法では、内燃機関２回転分燃焼噴射量の制御が遅れることになる。

【００１２】本発明では、燃焼する以前に各気筒に吸入された空気量を推定し、気筒毎への空気の分配のばらつきに対応して燃料を噴射し、気筒毎の空燃比のばらつき

を抑制して高精度な空燃比制御を応答性良く実現することを目的とする。

【００１３】

【課題を解決するための手段】本発明は、気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタを備え、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、気筒毎の吸気ばらつきを推定し、かつ該推定した気筒毎の吸気量に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えるようにした。

【００１４】本発明は具体的には次に掲げる装置を提供する。

【００１５】本発明は、多気筒を備え、各気筒に吸入される空気の量と気筒に噴射される燃料の比を制御する内燃機関の空燃比制御装置において、スロットルを通過する空気量を計測する流入空気量計測器と、内燃機関の吸気マニフォールド内の空気の密度を計測する流入空気密度計測器と、内燃機関のクランク角を計測するクランク角センサと、気筒毎に備えた燃料を噴射するインジェクタと、クランク角に基づき吸気行程にある気筒を識別し、気筒毎に備えられた計算プログラムの中から吸気行程にある気筒に対応する計算プログラムを呼び出し、スロットルを通過する空気量、吸気マニフォールド内の空気の密度およびクランク角に基づいて気筒毎の吸気特性を推定して推定値を求め、かつ該推定値に対応して各気筒のインジェクタへの燃料噴射量を演算する燃料噴射演算処理装置とを備えた内燃機関の空燃比制御装置を提供する。

【００１６】前記吸気特性は、気筒毎の吸気量または吸気効率である。

【００１７】本発明は、多気筒を備えた内燃機関の気筒毎の流入吸気量推定方法において、スロットル通過空気量Mthを計測し、マニフォールド内の気体の密度Ｐｍおよび密度の増加量△Ｐｍを求め、この増加量△Ｐｍにマニフォールドの容積Ｍｄ（スロットルと吸気弁とによって仕切られた領域の容積）を掛けることでマニフォールド内の気体の増加量△Mmを計算し、クランク角を計測してこれを微分してクランク角速度を計算し、次の式で吸気効率ｑを

ｑ＝（Mth－△Mm）／Ｍｄ

で計算し、次の式で各気筒への吸気量を

Ｍｃ＝Ｐｍ×（ω／４π）×Ｖｃ×ｑ＝Ｍｄ×ｑ

（ここで１／Ｃは気筒の容積）を計算して求める気筒毎の流入吸気量推定方法を提供する。

【００１８】気筒毎の流入吸気量推定によって気筒毎の吸気量ばらつきを平準化し、気筒毎の空燃比のばらつきを制御する方法を提供する。

【００１９】

【発明の実施の形態】《発明実施の形態１：気筒別吸気効率推定に基づく空燃比制御》本発明の構成を図１を用いて説明する。

【００２０】内燃機関の外部から取込まれた空気は、スロットルを通過し、マニフォールド９に取込まれる。スロットルの開き具合によって通過する空気の量を調節することで、内燃機関から発生するトルクを調節することができる。

【００２１】スロットルを通過した空気は、マニフォールド９を充たし、マニフォールド９の分岐部を通過して、気筒５内に取込まれる。マニフォールド９の分岐部と気筒５の間には吸気弁７があり、これはクランク角度に連動して動作し、該気筒５が吸気行程にあるときに開き、マニフォールド９の空気は該気筒５に取込まれる。

【００２２】こうして気筒５に取込まれる空気の量Ｍｃを計測するために、スロットル通過空気量計測器２，マニフォールド９の集合部にはマニフォールド内の空気の密度を計測する密度計測器１、ならびに、クランク角センサ３が取付けられている。

【００２３】燃料噴射演算処理装置１００に備えられた気筒判別手段６は、クランク角θに基づき、吸気行程にある気筒を判別する。気筒５（第ｉ気筒）に流入した空気量Ｍｃを計算し、この空気量Ｍｃに基づき該気筒５への燃料噴射量Ｆｉを計算する計算手段６０１～６０Ｉ（但し、Ｉは気筒の数）は、気筒ごとに用意され、気筒判別手段６により、吸気行程にあると判別された気筒に対応するものが呼び出される。

【００２４】呼び出された計算手段６０ｉでは、該気筒５の吸気効率ηｉ（ｉは１～Ｉの値を取る気筒の番号）を推定し、推定された吸気効率ηｉと、密度計測器１により計測されたマニフォールドの密度ρｍ、クランク角センサ３の出力を微分して得られるクランク回転速度ωから気筒５への吸入空気量Ｍｃを計算する。

【００２５】マニフォールド９から気筒５に空気が吸入される際に、流れのロスがない理想的な場合を考えれば、気筒５に流れ込む空気の量Ｍｄは、気筒５の容積をＶｃとして、

【００２６】

【数１】

$$Md = \rho m \times (\omega / 4\pi) \times Vc$$

【００２７】で与えられるが、実際には、マニフォールド分岐部や気筒入口の形状、吸気弁７の開閉のタイミングにより流れのロスが発生するので、ロスの結果気筒に流れ込む割合（これが吸気効率ηｉである）を用いて、実際に気筒５に流れ込む空気の量Ｍｃは、

【００２８】

【数２】

$$Mc = \rho m \times (\omega / 4\pi) \times Vc \times \eta i = Md \times \eta i$$

【００２９】で計算される。吸気効率は気筒ごとにばらつきがあるので、気筒ごとに計算されることで空燃比の精密な制御が可能となる。吸気効率の計算の方法の一例

は、後程、［吸気効率の計算］にて説明する。

【００３０】こうして該気筒５への吸入空気量Ｍｃが計算されたら、これと目標空燃比λから該気筒への燃料噴射量Ｆｉを、

【００３１】

【数３】

$$Fi = Mc / \lambda$$

【００３２】より計算する。クランク角θから該気筒５の燃料噴射タイミングを判定し、噴射すべきタイミングになったら計算された噴射量Ｆｉをインジェクタ４より噴射する。

【００３３】この動作手順をステップ図としてまとめたのが図２である。まず、スロットルを通過する空気量Ｍthが計測され（ステップ２０１）、マニフォールド内の気体の密度ρｍが計測され（ステップ２０２）、クランク角θが計測される（ステップ２０３）。このクランク角θに基づいて、第ｉ気筒５が吸気行程であるかどうかが判別される（ステップ２０４）。第ｉ気筒５が吸気行程であるなら、第ｉ計算手段６０ｉが呼び出され(ステップ２０５)、第ｉ気筒吸気効率推定手段６１ｉ～６１Ｉ、スロットル通過空気量Mth、マニフォールド内気体密度ρｍ、クランク角θを微分して得られるクランク角速度ωをもとに第ｉ気筒５の吸気効率ηｉが計算される（ステップ２０６）。この吸気効率ηｉと、マニフォールド９内の気体密度ρｍと、クランク角速度ωから、数２に基づいて第ｉ気筒５への吸入空気量Ｍｃが計算される６２ｉ～６２Ｉ（ステップ２０７）。該気筒５への吸入空気量Ｍｃが計算されたら、これと目標空燃比λをもとに、数３により該気筒への燃料噴射量Ｆｉを計算する６３ｉ～６３Ｉ（ステップ２０８）。クランク角θが該気筒５に燃料を噴射する角度θｉになったら(ステップ２０９，２１０)、第ｉインジェクタ４は計算された量の燃料を噴射する（ステップ２１１）。＊

＊【００３４】このように、気筒毎に計算手段６０１～６０Ｉを設け、気筒毎の吸気効率を計算してこれに基づいて気筒への吸入空気量を計算し、気筒への燃料噴射量を計算することで、気筒による吸気効率のばらつきに適応して、空燃比の精密な制御が可能となる。

【００３５】［吸気効率の計算］気筒ごとに吸気効率が異なると、吸入行程開始の時点でマニフォールド９内の密度ρｍとクランク回転速度ωが同じであっても、マニフォールド９から気筒５に流入する空気量Ｍｃが異なるので、マニフォールド９内の空気の密度ρｍの変化、ひいては、スロットル上下流の密度差に依存するスロットル通過空気量Mthが違ってくる。そこで、スロットルを通過する空気量Ｍthと、マニフォールド９の密度ρｍから吸気効率を算出する６４ｉ。第ｉ気筒５が吸気行程のとき、スロットルを通過する空気流量Mth、マニフォールド９内の空気量の増加量ΔMmを用いると、図３より、第ｉ気筒５に流入する空気量Mciは、

【００３６】

【数４】

$$Mci = Mth - \Delta Mm$$

【００３７】

【数５】

$$\Delta Mm = Vc \times \Delta \rho m$$

【００３８】によって計算される。これと数２より、第ｉ気筒の吸気効率ηｉは、

【００３９】

【数６】

$$\eta i = (Mth - \Delta Mm) / Md$$

【００４０】で計算できる。この分母は、吸気効率が１で理想的な場合の流入量なので、これを理想流入量Ｍｄと呼ぶことにすれば、

【００４１】

【数７】

$$\text{第i気筒の吸気効率} = \frac{\text{スロットル通過空気量} - \text{マニフォールド充填空気量}}{\text{理想流入量}}$$

【００４２】となる。

【００４３】ところで、スロットル通過空気量Mthの検出精度はあまりよくないことが知られている。吸気効率ηｉは内燃機関の運転状態、特にマニフォールド９内の気体密度ρｍとクランク回転速度ωに依存するが、その変化はゆるやかなので、数６で求められた吸気効率ηｉを平滑化する（６５ｉ）ことで、吸気効率推定の精度を向上させることができる。平滑化した吸気効率ηｉは吸気効率メモリ６６ｉに記憶する。

【００４４】吸気効率ηｉの計算手順を図４を用いて説明する。

【００４５】まず、スロットル通過空気量Ｍthを計測する（ステップ４０１）。次に、密度計測手段１でマニフォールド９内の気体の密度ρｍを求め、この増加量Δρｍにマニフォールド９の容積（スロットルと吸気弁７とによって仕切られた領域の容積）をかけることでマニフォールド９内の気体の増加量ΔＭｍを計算する（ステップ４０２）。

【００４６】この後に、クランク角θを計測し、これを微分してクランク角速度ωを計算し、これとマニフォールド９内の気体の密度ρｍより数１で気筒ｉへの理想流入量Ｍｄを計算し（ステップ４０３）。これらの計算結果をもとにして数６に基づいて吸気効率ηｉを計算する（ステップ４０４）。

【００４７】前回該気筒５が吸気行程にあったときの吸気効率ηｉを吸気効率メモリ６６ｉから読み出してきて（ステップ４０５）、前回求めた吸気効率ηｉと今回の吸気効率ηｉの加重平均をとることで、吸気効率ηｉを平滑化する(ステップ４０６)。

【００４８】このように吸気効率ηｉをもとめること

で、気筒毎のばらつきに適応して、精度良く気筒毎の吸気効率を求められる。

【００４９】［密度の計測］気体の密度を計測するための具体的なセンサとしては、圧力センサと温度センサを組み合わせて用いることが一例として挙げられる。密度の定義と気体の状態方程式より、

【００５０】

【数８】

$$\rho = n / V = P / RT$$

【００５１】であるから、気体の圧力Ｐを温度Ｔで割って、気体定数Ｒで単位を補正することで密度ρは求められる。本実施例のようにマニフォールド９の密度を計測するには、図５に示すように、マニフォールド９の集合部に圧力センサ１１と温度センサ１２を配置して、計算手段６０内で数８に従って計算すれば、マニフォールド９内の気体の密度ρｍは求められる。

【００５２】［スロットル通過空気量の計測１］スロットルを通過する空気量Mthを求めるための具体的なセンサの構成の一例を図６に示す。スロットルを通過する空気量Mthは、スロットル上下流の圧力Ｐａ，Ｐｍと温度Ｔａ，Ｔm及びスロットル開度αによって決まる。その求め方は、

【００５３】

【数９】

$$M_t = C_t A_t (1-\cos\alpha) \frac{P_a}{\sqrt{RT_a}} \sqrt{\frac{2k}{k-1}} \sqrt{\left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_m}{P_a}\right)^{\frac{k+1}{k}}}$$

【００５４】であることが、流体力学の本で紹介されている（例えば、松尾一泰著“圧縮性流体力学”、ｐ。６４）。ここで１３はスロットル開度センサ、１４は圧力センサおよび１５は温度センサである。

【００５５】従って、図６に示すような構成のセンサを用いてスロットルを通過する空気量Mthを求める手順を図７を用いて説明すると、スロットル上流に配された圧力センサ１４で外気圧Ｐａを計測し（ステップ７０１）、スロットル下流に配された圧力センサ１１でマニフォールド圧Ｐmを計測し（ステップ７０２）、スロットル上流に配された温度センサ１５で外気温Ｔａを計測し（ステップ７０３）、スロットル下流に配された温度センサ１２でマニフォールド温度Ｔｍを計測し（ステップ７０４）、スロットル開度センサ１３でスロットル開度αを計測し（ステップ７０５）、計算手段６０内で数９を用いてスルットル通過空気量Mthを求めれば良い（ステップ７０６）。

【００５６】［スロットル通過空気量の計測２］スロットル通過空気量Mthを計測する他の方法としては、熱線式空気流量計を用いる方法がある。熱線式空気流量計については、特開平9−166464 号等で述べられているが、熱線の配された断面を気体が通過する際に熱線から奪われる熱量によって気体の流量を計測しようというものである。本発明の実施例では、図８に示すように、熱線式空気流量計１６をスロットルの上流に配置し、この計測データを計算手段６０で読込むことで、スロットル通過空気量Ｍthを計測する。

【００５７】このような密度計測手段１とスロットル通過空気量計測手段２を設け、気筒毎に計算手段６０１～６０Ｉを設け、気筒毎の吸気効率を計算してこれに基づいて気筒への吸入空気量Ｍｃを計算し、気筒への燃料噴射量を計算することで、気筒による吸気効率のばらつきに適応して、空燃比の精密な制御が可能となる。

【００５８】《発明実施の形態２：気筒毎ばらつき補正係数を用いる空燃比制御》吸気効率は、内燃機関の運転状態によって緩やかに変化する。［吸気効率の計算］では、現在の計測データより得られた吸気効率を過去の吸気効率と加重平均をとることで平滑化し、精度の向上を図ったが、現在値と過去の値に対する荷重のかけ方によっては、吸気効率の変化に追従できないことも考え得る。

【００５９】同一種類の内燃機関であれば、個体による吸気効率の関数の形状の違い、気筒による吸気効率の関数の形状の違いは、それほどないと考えられる。第１気筒の吸気効率、第２気筒の吸気効率と、全気筒の平均的な吸気効率を示す共通吸気効率をマニフォールド内の気体の密度の関数としてグラフ化すると、例えば図９（ａ）のようになり、各気筒の吸気効率を共通吸気効率で割った補正係数は、例えば図９（ｂ）のように、１．０ 付近のなだらかな関数になるものと考えられる。そこで、内燃機関の運転状態によってかわる動的な部分は共通の吸気効率マップを事前に用意して、気筒毎、内燃機関の個体毎によってかわるスケールパラメータの部分を補正係数として推定し、共通の吸気効率マップと気筒毎の補正係数を掛け合わせることで、内燃機関の運転状態の変化による吸気効率の変化に追従し、かつ、気筒毎、内燃機関個体毎の吸気効率のばらつきにも対応できる吸気効率推定手段について述べる。

【００６０】図１０に構成を示す。図１と同じ構成には同一番号を付してあり、説明を繰り返さない。図１に示される空燃比制御装置と比べて、全気筒に共通する吸気効率マップ２１が新たに用意されていて、しかも、各気筒に対応した吸気効率推定手段６１１～６１Ｉが異なっている。

【００６１】第ｉ気筒５の吸気効率推定手段６１ｉは、スロットル通過空気量Mthとマニフォールド９の空気の密度Mthとクランク角速度ωから補正係数Ｃｉを推定する補正係数計算手段６７ｉと、前回該気筒５が吸気行程にあったときの補正係数Ｃｉを記憶しておき、あらたに今回計測データから求められた補正係数Ｃｉとの加重平均をとった結果を記憶しておく補正係数メモリ６９ｉと、この加重平均を計算する平滑化手段６５ｉと、求められた補正係数Ｃｉと吸気効率マップ２１から読込んで

きた吸気効率η０とから気筒毎の違いを補正された補正吸気効率ηｉを計算する吸気効率補正手段６８ｉとからなる。

【００６２】図１０の空燃比制御装置のうち、吸気効率推定手段６１１～６１Ｉ以外の部分は図１のものと全く同一なので、ここでは、吸気効率推定手段６１ｉの動作について説明する。

【００６３】吸気効率ηｉを、全ての気筒に共通で内燃機関の運転状態により変化する成分η０と、気筒毎のばらつきによるスケールファクタの成分Ｃｉの積ηｉ＝η０×Ｃｉとして考えれば、数６より、

【００６４】

【数１０】

$$Ci=(Mth-\Delta Mm)/Md\times\eta i$$

【００６５】となり、数６の右辺を、吸気効率マップ２１から読込んできた共通吸気効率η０で割ることで、運転状態によって変化する成分が除去されて、気筒毎にほぼ一定の値をとる補正係数Ｃｉが得られる。

【００６６】これを平滑化した上で、吸気効率マップ２１から運転状態に応じて共通吸気効率η０を読込んできて掛けることで、気筒毎のばらつきが補正された吸気効率ηｉが得られる。

【００６７】本吸気効率推定手段６１ｉにおける、吸気効率ηｉの推定手順を、図１１のステップ図を用いて説明する。

【００６８】最初にスロットル通過空気量Mthを計測する（ステップ１１０１）。次に、密度計測手段１から計測されるマニフォールド９内の気体の密度ρｍからマニフォールド９内の気体の増加量ΔＭｍを計算する（ステップ１１０２）。

【００６９】この後に、クランク角速度ωとマニフォールド９内の気体の密度ρｍより数１で気筒ｉへの理想流入量Ｍｄを計算し(ステップ１１０３)、内燃機関の運転状態に応じて吸気効率マップ２１から共通吸気効率η０を読出す(ステップ１１０４)。これらの計算結果をもとにして数１０に基づいて補正係数Ｃｉを計算する（ステップ１１０５）。

【００７０】前回該気筒が吸気行程にあったときの補正係数Ｃｉを補正係数メモリ２１から読出してきて（ステップ１１０６）、前回求めた補正係数Ｃｉと今回の補正係数Ｃｉの加重平均をとることで、補正係数Ｃｉを平滑化する(ステップ１１０７)。

【００７１】この補正係数Ｃｉを共通吸気効率η０に掛けること吸気効率ηｉが求められる（ステップ１１０８）。

【００７２】このように吸気効率ηｉを、内燃機関の運転状態に依存して変化する共通吸気効率η０と、気筒に依存する補正係数Ｃｉに分けて考え、共通吸気効率η０は事前にマップを用意しておき、補正係数Ｃｉは運転時に推定することで、気筒毎に異なる吸気効率を精度良く、しかも内燃機関の運転状態の変化による吸気効率の変化に素早く追従して求めることができる。

【００７３】《発明実施の形態３：気筒毎に燃料噴射量マップを設ける空燃比制御》《発明実施の形態１》では、内燃機関の運転を行いながら吸気効率の推定を行い、この吸気効率に基づいて燃焼噴射量を計算したが、センサデータと燃料噴射量の関係のマップを気筒毎に用意し、このマップを検索することで気筒毎の燃料噴射量を制御して、気筒毎空燃比を精密に制御するという空燃比制御装置も考えられる。このような装置のメリットは、空燃比制御装置に搭載する計算手段が低い計算性能のものでも高精度な気筒別空燃比制御が実現できるということである。

【００７４】この空燃比制御装置の構成を図１２を用いて説明する。なお、マップの作成方法については後ほど［燃料噴射量マップの作成］にて述べる。

【００７５】本装置の構成は、図１に示す空燃比制御装置と比べて、各気筒に備えられた計算手段６０１～６０Ｉが異なる。この計算手段６０１～６０Ｉは、計測データと各気筒毎の燃料噴射量の関係を示す燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉと、スロットル通過空気量Mth、マニフォールド内気体密度ρｍ、クランク角速度ωをもとに燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉから燃料噴射量を読出してインジェクタ４に噴射量の指令を送る燃料噴射量計算手段７０１～７０Ｉからなる。

【００７６】このような計算手段６０１～６０Ｉを各気筒に備えた空燃比制御装置の動作手順について図１３を用いて説明する。

【００７７】まず、スロットルを通過する空気量Mthの計測（ステップ１２０１）、マニフォールド内の気体の密度ρｍの計測（ステップ１２０２）、クランク角θの計測（ステップ１２０３）が行われる。このクランク角θに基づき第ｉ気筒５が吸気行程であるかどうかが判別され（ステップ１２０４）、第ｉ気筒５が吸気行程であるなら、第ｉ計算手段６０ｉが呼び出される（ステップ１２０５）。

【００７８】第ｉ計算手段が呼出されると、スロットル通過空気量Mth、マニフォールド内気体密度ρｍ、クランク角速度ωをもとに、燃料噴射量計算手段７０ｉは燃料噴射量マップ７１ｉを検索することで、第ｉ気筒への燃料噴射量Ｆｉを求める（ステップ１２０６）。クランク角θが該気筒５に燃料を噴射する角度θｉになったら（ステップ１２０７，１２０８）、第ｉインジェクタは計算された量Ｆｉの燃料を噴射する（ステップ１２０９）。

【００７９】［燃料噴射量マップの作成］燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉの作成するための装置について図１４を用いて説明する。

【００８０】燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉを作成するために、内燃機関のスロットルの開度を制御すること

でスロットル通過空気量Mthを制御するスロットル制御装置１４０１と、クランクに取付けられて負荷を与えることでクランクの回転速度ωを調節する負荷発生装置１４０２と、スロットル通過空気量計測器２、マニフォールド圧計測器１、クランク角センサ３からのセンサデータをもとに燃料噴射量を計算し、これらセンサデータと燃料噴射量の関係を燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉに記録する燃料噴射量マップ作成装置１４０３を用いる。

【００８１】燃料噴射量マップ作成装置１４０３の動作手順について図１４を用いて説明する。

【００８２】まず、燃料噴射量マップ作成装置１４０３は、スロットル開度の指令値をスロットル制御手段１４０１に送り（ステップ１５０１）、クランクに与える負荷を負荷発生手段１４０２に送る（ステップ１５０２）。これによって、内燃機関の運転状態が設定され、様々なスロットル流量Mth、マニフォールド密度ρm、クランク角速度ωを実現することができる。こうして運転状態を設定された内燃機関のスロットル通過空気量Mth（ステップ１５０３）、マニフォールド密度ρm(ステップ１５０４)、クランク角θ(ステップ１５０５)を、燃料噴射マップ作成装置１４０３は読込む。燃料噴射マップ作成装置１４０３は読込んだクランク角θに基づいて、どの気筒が吸気行程にあるのか、判別を行う（ステップ１５０６）。この判別結果に基づいて、吸気行程にある気筒５の吸気効率ηｉの計算が燃料噴射マップ作成装置内１４０３で行われる（ステップ１５０７）。吸気効率ηｉの計算方法は、前述の［吸気効率の計算］と同一である。吸気効率ηｉの計算に引き続き、該気筒５に流入した空気量Ｍｃの計算（ステップ１５０８）、該気筒５に噴射する燃料の計算Ｆｉ(ステップ１５０９)を行う。この計算方法は、《発明の実施形態１》で述べたものと同一である。計算された燃料噴射量Ｆｉに基づき、燃料噴射マップ作成装置１４０３は該気筒５のインジェクタ４に燃料噴射指令を送り、インジェクタ４は燃料を噴射する（ステップ１５１０）。このときのスロットル通過空気量Mth、マニフォールド密度ρm、クランク角速度ω、燃料噴射量Ｆｉのセットは、気筒毎に燃料噴射量マップ作成装置内１４０３に保存される（ステップ１５１１）。十分な量の計測データと噴射量のセットが保存されたなら、これらのデータを補間して、スロットル通過空気量Mth、マニフォールド密度ρm、クランク角速度ωから燃料噴射量を検索するためのマップを気筒毎に作成し、このマップを空燃比制御装置内の燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉに書込む（ステップ１５１３）。十分な計測データと噴射量のセットが保存されてないなら、ステップ１５０１に戻って、さらにデータ収集を行う。

【００８３】このように、《発明の実施形態１》での燃料噴射量の計算を、空燃比制御装置とは別に用意した燃料噴射量マップ作成装置１４０３で行い、その結果を空燃比制御装置内の燃料噴射量マップ７１１～７１Ｉに書込み、実際の運転の際にはこのマップを検索することで燃料噴射量を制御することで、空燃比制御装置内の計算手段６０１～６０Ｉの計算負荷を低く抑えつつ、気筒毎の吸気効率のばらつきに対応した精密な空燃比制御が可能となる。

【００８４】

【発明の効果】エンジンや気筒毎に異なる吸気効率を推定しながら気筒への吸入空気量を計測し燃料噴射量を制御することで、気筒内の空燃比を精密に制御することが可能となる。これによって、内燃機関の燃費の改善、排気ガス中の有害物質の低減に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態の構成の一例を示す図。

【図２】本発明の実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図３】本発明の実施形態における空気量の増減の関係を示す図。

【図４】本発明の実施形態の吸気効率の推定手順の一例を示す図。

【図５】本発明の実施形態の密度計測のためのセンサ構成の一例を示す図。

【図６】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計測のためのセンサ構成の一例を示す図。

【図７】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計算手順の一例を示す図。

【図８】本発明の実施形態のスロットル通過空気量の計測のためのセンサ配置の他の一例を示す図。

【図９】気筒毎の吸気効率のばらつきと運転状態による吸気効率の変化を示す図の一例を示す図。

【図１０】本発明の共通の吸気効率マップを用いる実施形態の一例を示す図。

【図１１】本発明の共通の吸気効率マップを用いる実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図１２】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する実施形態の一例を示す図。

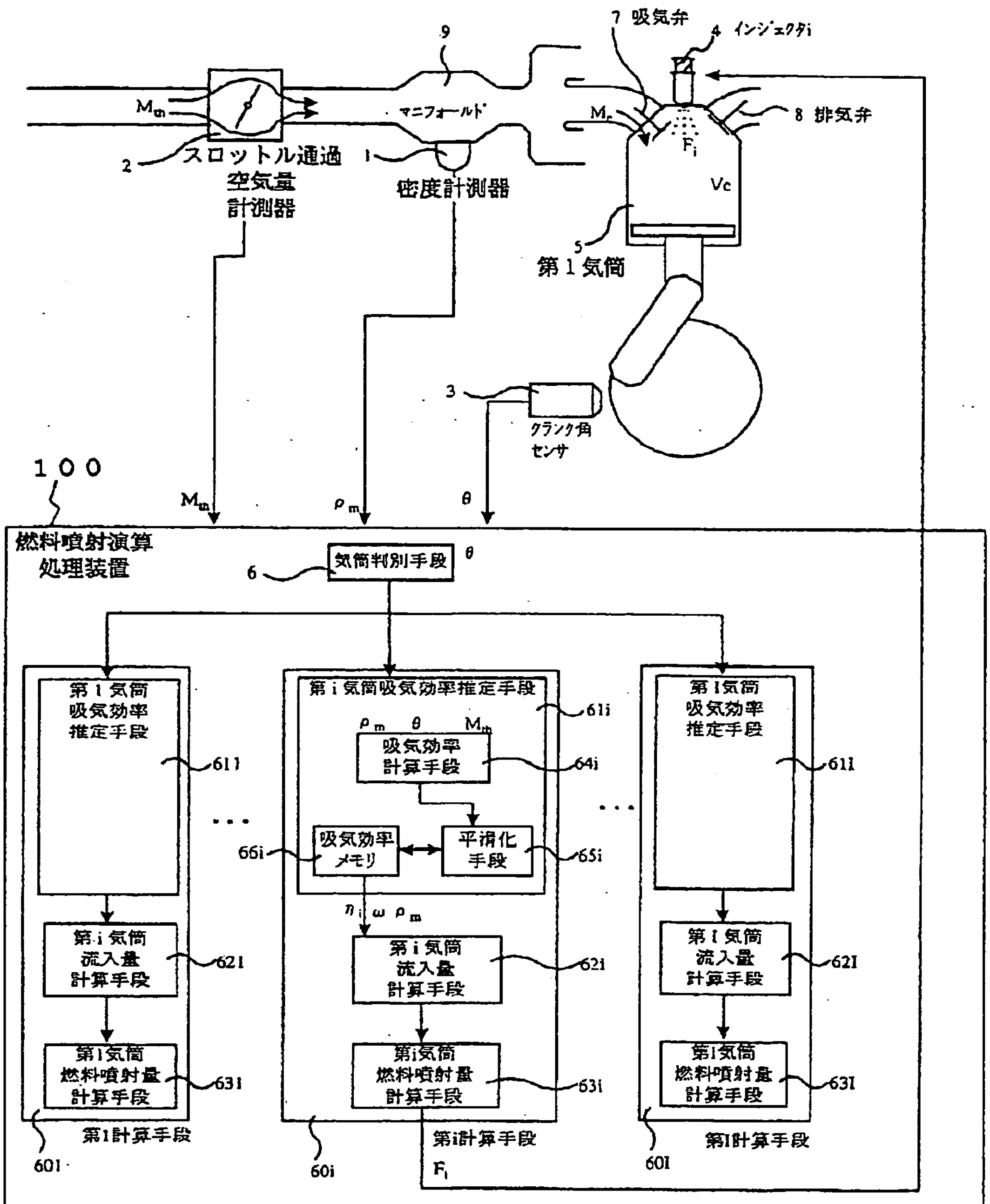
【図１３】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する実施形態の動作手順の一例を示す図。

【図１４】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意するための手段の一例を示す図。

【図１５】本発明の気筒別の吸気効率マップを事前に用意する手順の一例を示す図。

【図１】

図　１



7 吸気弁
4 インジェクタi
9
マニフォールド
M_{th}
M_c
8 排気弁
F_i
2 スロットル通過空気量計測器
1 密度計測器
Vc
5 第１気筒
3 クランク角センサ
100
M_{th}
ρ_m
θ
燃料噴射演算処理装置
6 気筒判別手段
θ
第１気筒吸気効率推定手段 611
第ｉ気筒吸気効率推定手段 61i
ρ_m θ M_{th}
吸気効率計算手段 64i
吸気効率メモリ 66i
平滑化手段 65i
η_i ω ρ_m
第Ｉ気筒吸気効率推定手段 61I
第１気筒流入量計算手段 621
第ｉ気筒流入量計算手段 62i
第Ｉ気筒流入量計算手段 62I
第１気筒燃料噴射量計算手段 631
第ｉ気筒燃料噴射量計算手段 63i
第Ｉ気筒燃料噴射量計算手段 63I
第１計算手段 601
第ｉ計算手段 60i
F_i
第Ｉ計算手段 60I

【図２】

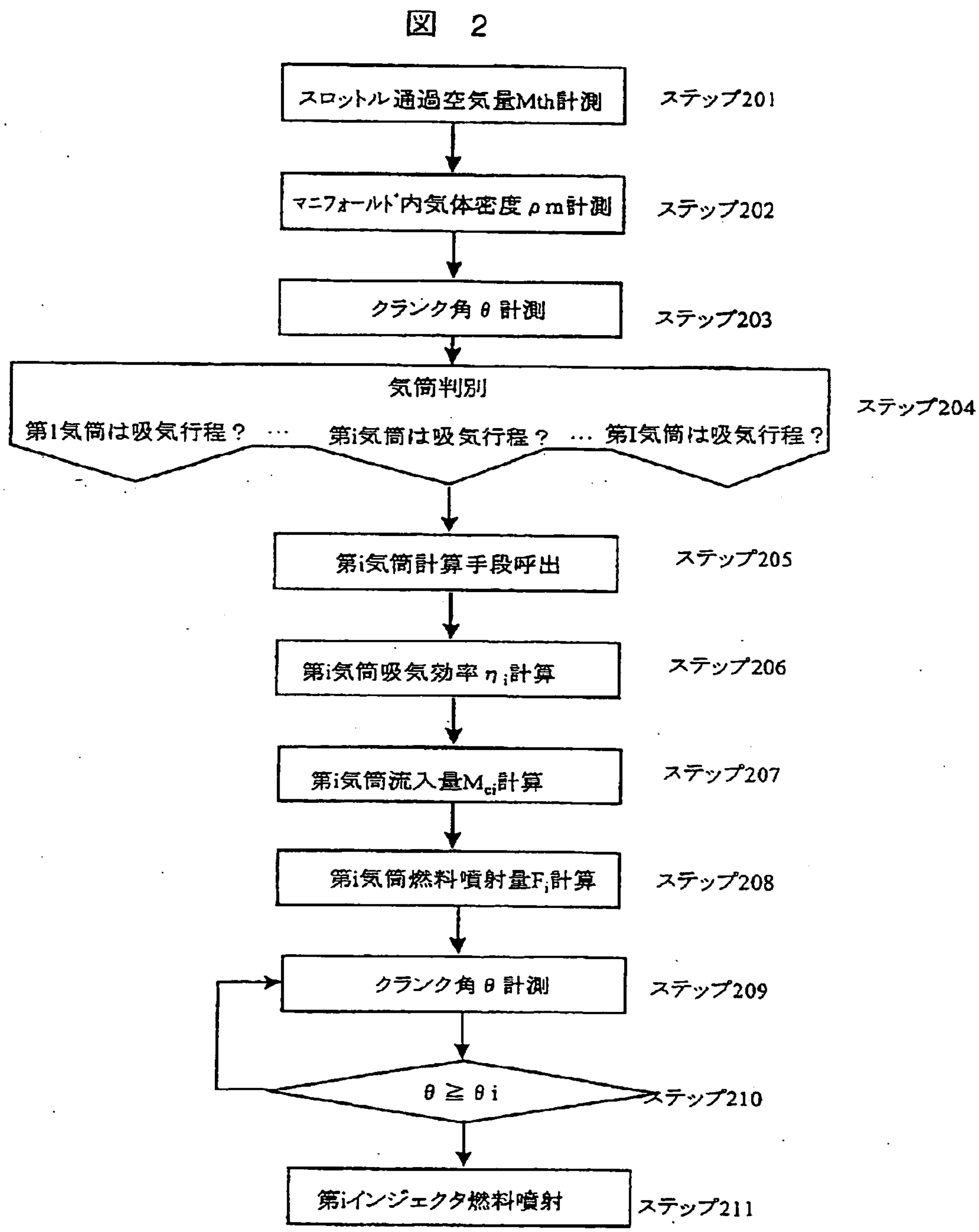
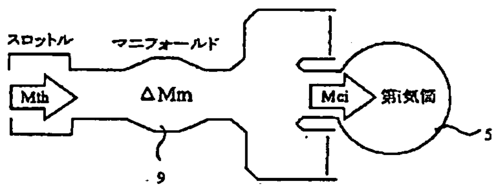


図　2
スロットル通過空気量Mth計測
ステップ201
マニフォールド内気体密度ρm計測
ステップ202
クランク角θ計測
ステップ203
気筒判別
第1気筒は吸気行程？ …　第i気筒は吸気行程？ …　第I気筒は吸気行程？
ステップ204
第i気筒計算手段呼出
ステップ205
第i気筒吸気効率η_i計算
ステップ206
第i気筒流入量M_{ci}計算
ステップ207
第i気筒燃料噴射量F_i計算
ステップ208
クランク角θ計測
ステップ209
θ≧θi
ステップ210
第iインジェクタ燃料噴射
ステップ211

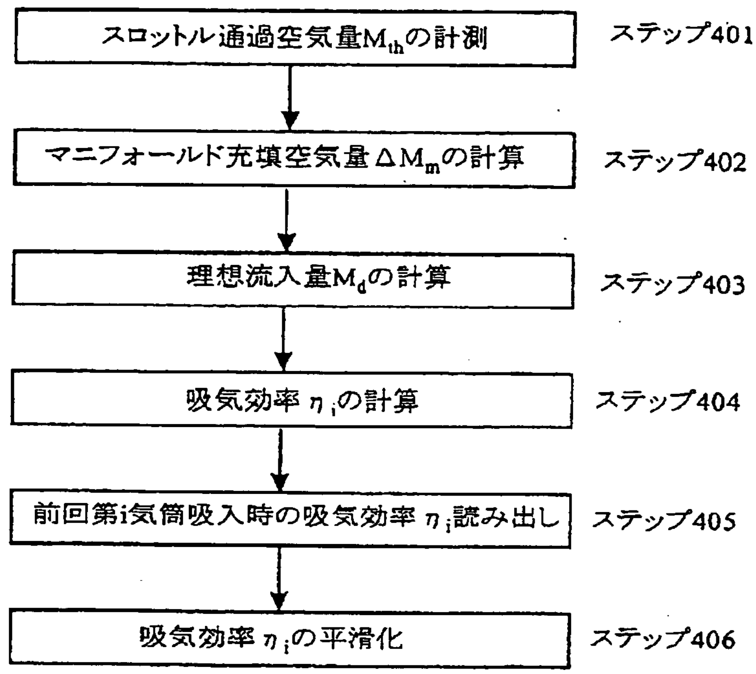
【図3】

図　3



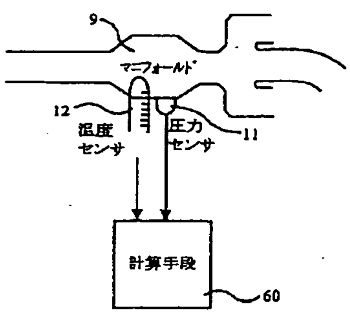
【図4】

図　4



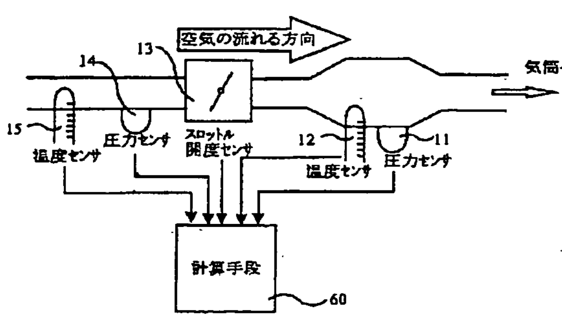
【図5】

図　5



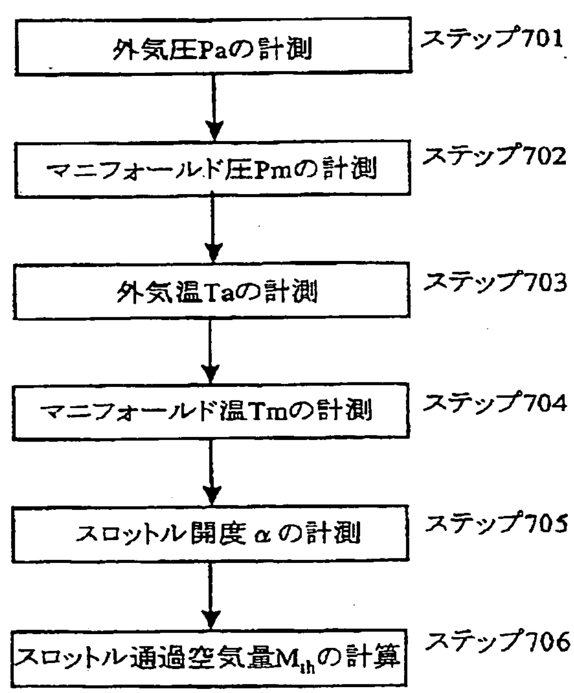
【図6】

図　6



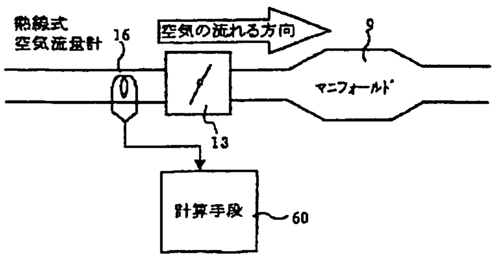
【図7】

図　7



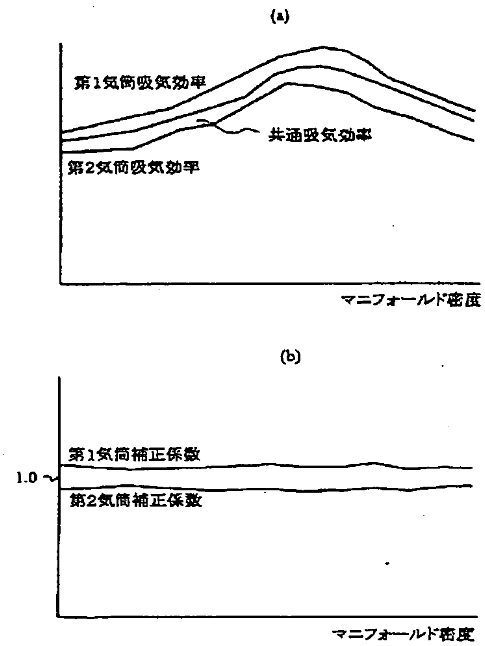
【図８】

図 8


熱線式
空気流量計
16
空気の流れる方向
9
マニフォールド
13
計算手段
60

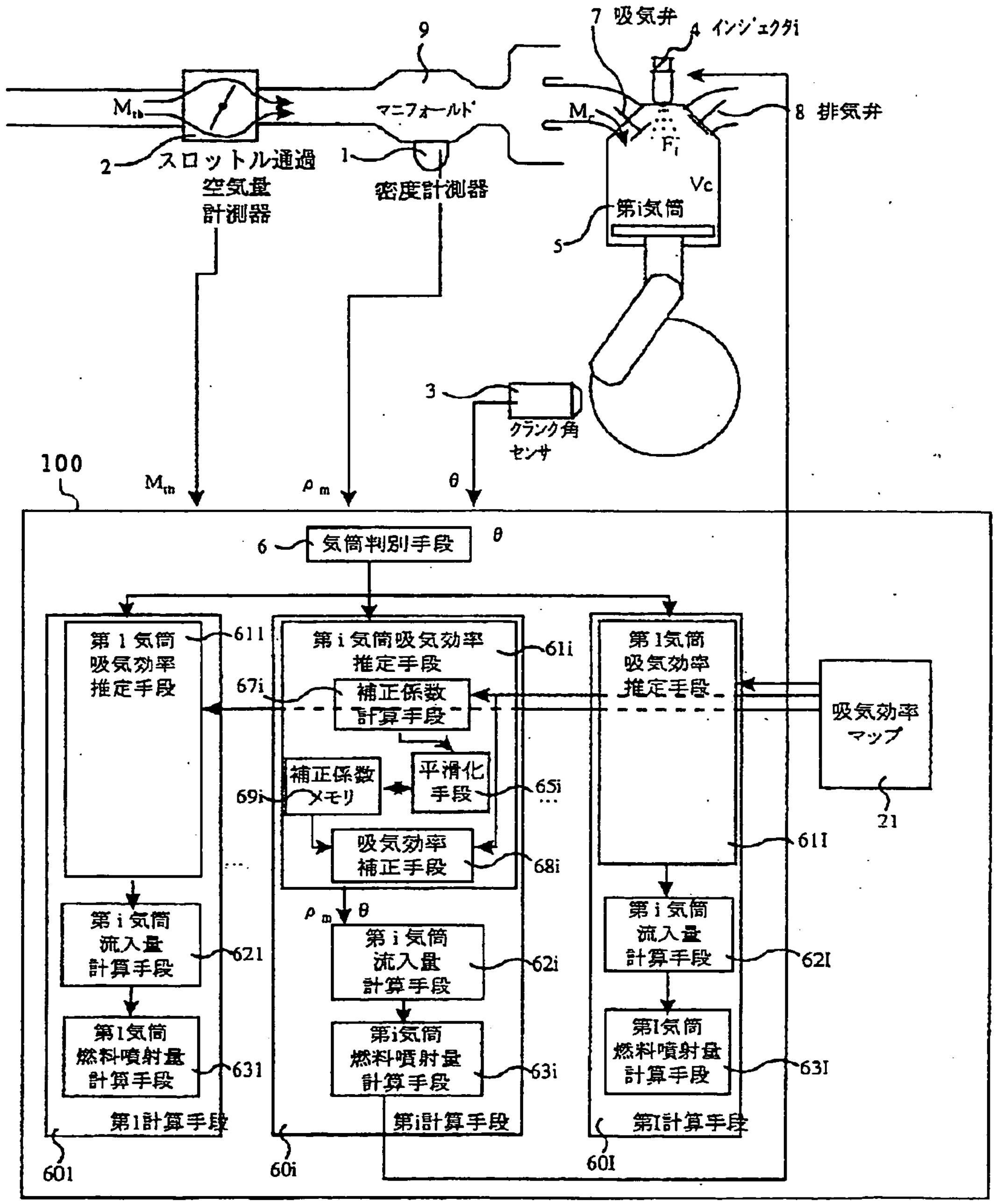
【図９】

図 9


(a)
第1気筒吸気効率
共通吸気効率
第2気筒吸気効率
マニフォールド密度
(b)
第1気筒補正係数
1.0
第2気筒補正係数
マニフォールド密度

【図１０】

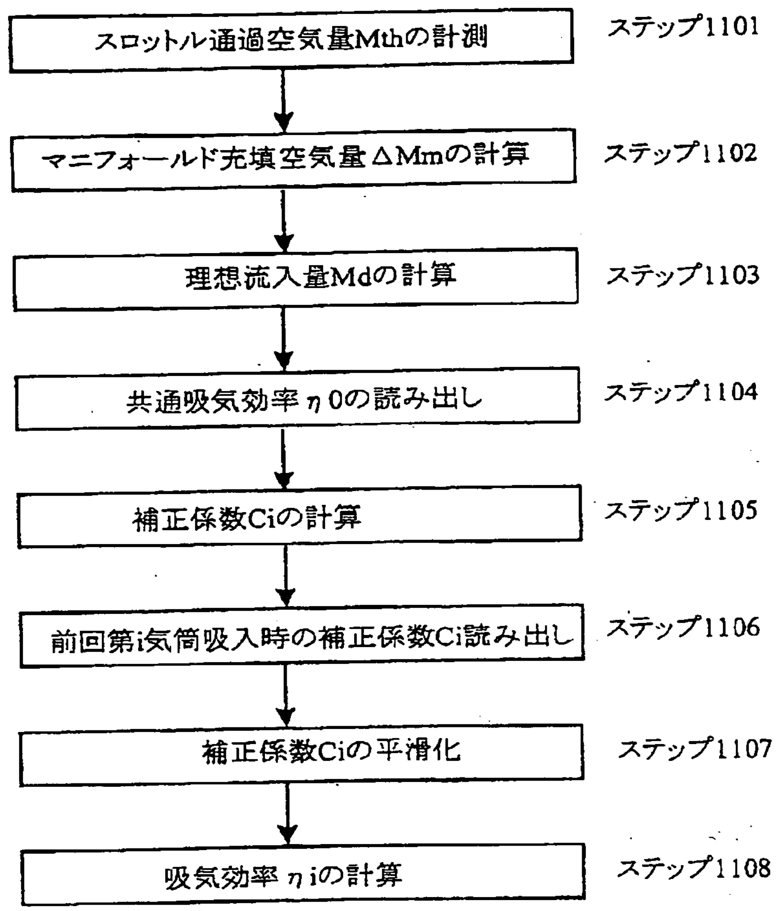
図 10



9
マニフォールド
7 吸気弁
4 インジェクタi
8 排気弁
M_{th}
M_c
F_i
Vc
2 スロットル通過空気量計測器
1 密度計測器
第i気筒
5
3
クランク角センサ
100
M_{th}
ρ_m
θ
6 気筒判別手段
θ
第１気筒吸気効率推定手段 611
第ｉ気筒吸気効率推定手段 61i
第I気筒吸気効率推定手段
67i 補正係数計算手段
平滑化手段 65i
69i 補正係数メモリ
吸気効率補正手段 68i
吸気効率マップ
21
61I
第ｉ気筒流入量計算手段 621
ρ_m θ
第ｉ気筒流入量計算手段 62i
第ｉ気筒流入量計算手段 62I
第１気筒燃料噴射量計算手段 631
第i気筒燃料噴射量計算手段 63i
第I気筒燃料噴射量計算手段 63I
第1計算手段
第i計算手段
第I計算手段
601
60i
60I

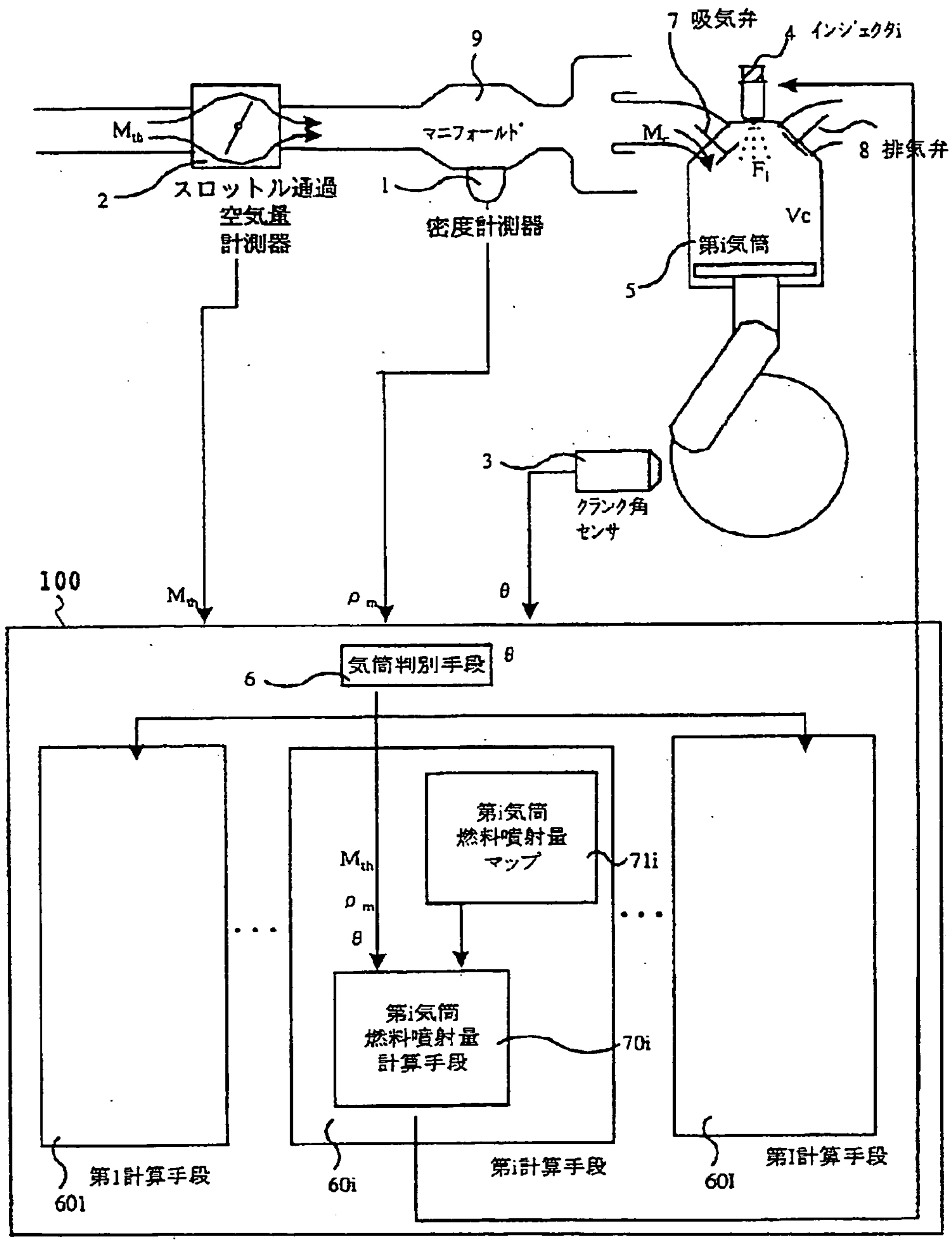
【図１１】

図　11


スロットル通過空気量Mthの計測
ステップ1101
マニフォールド充填空気量ΔMmの計算
ステップ1102
理想流入量Mdの計算
ステップ1103
共通吸気効率η0の読み出し
ステップ1104
補正係数Ciの計算
ステップ1105
前回第i気筒吸入時の補正係数Ci読み出し
ステップ1106
補正係数Ciの平滑化
ステップ1107
吸気効率ηiの計算
ステップ1108

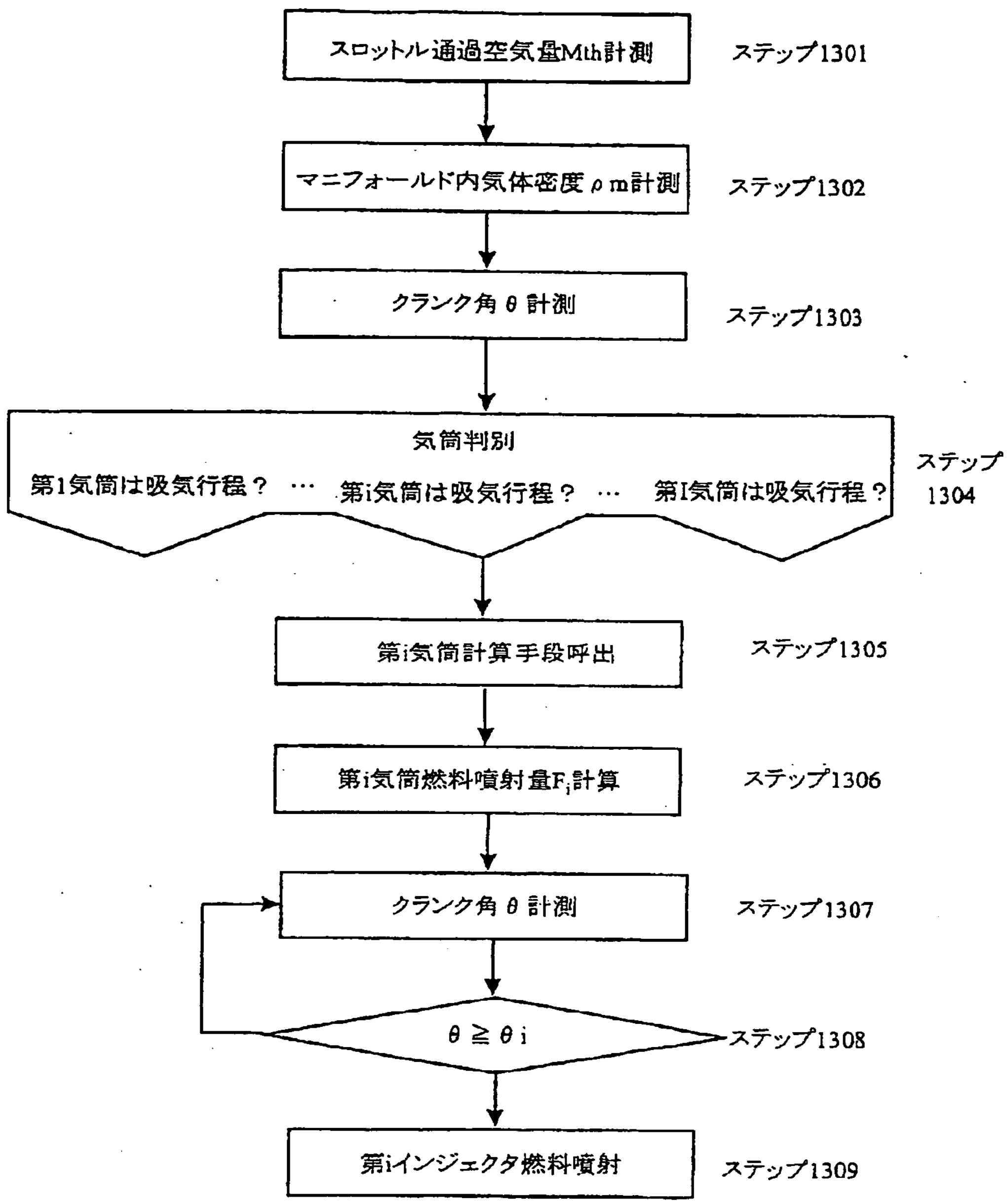
【図１２】

図　12


9
7 吸気弁
4 インジェクタi
M_{th}
マニフォールド
M_c
8 排気弁
F_i
2 スロットル通過
空気量
計測器
1
密度計測器
Vc
第i気筒
5
3
クランク角
センサ
100
M_{th}
ρ_m
θ
気筒判別手段
θ
6
第i気筒
燃料噴射量
マップ
71i
M_{th}
ρ_m
θ
第i気筒
燃料噴射量
計算手段
70i
第1計算手段
601
60i
第i計算手段
60I
第I計算手段

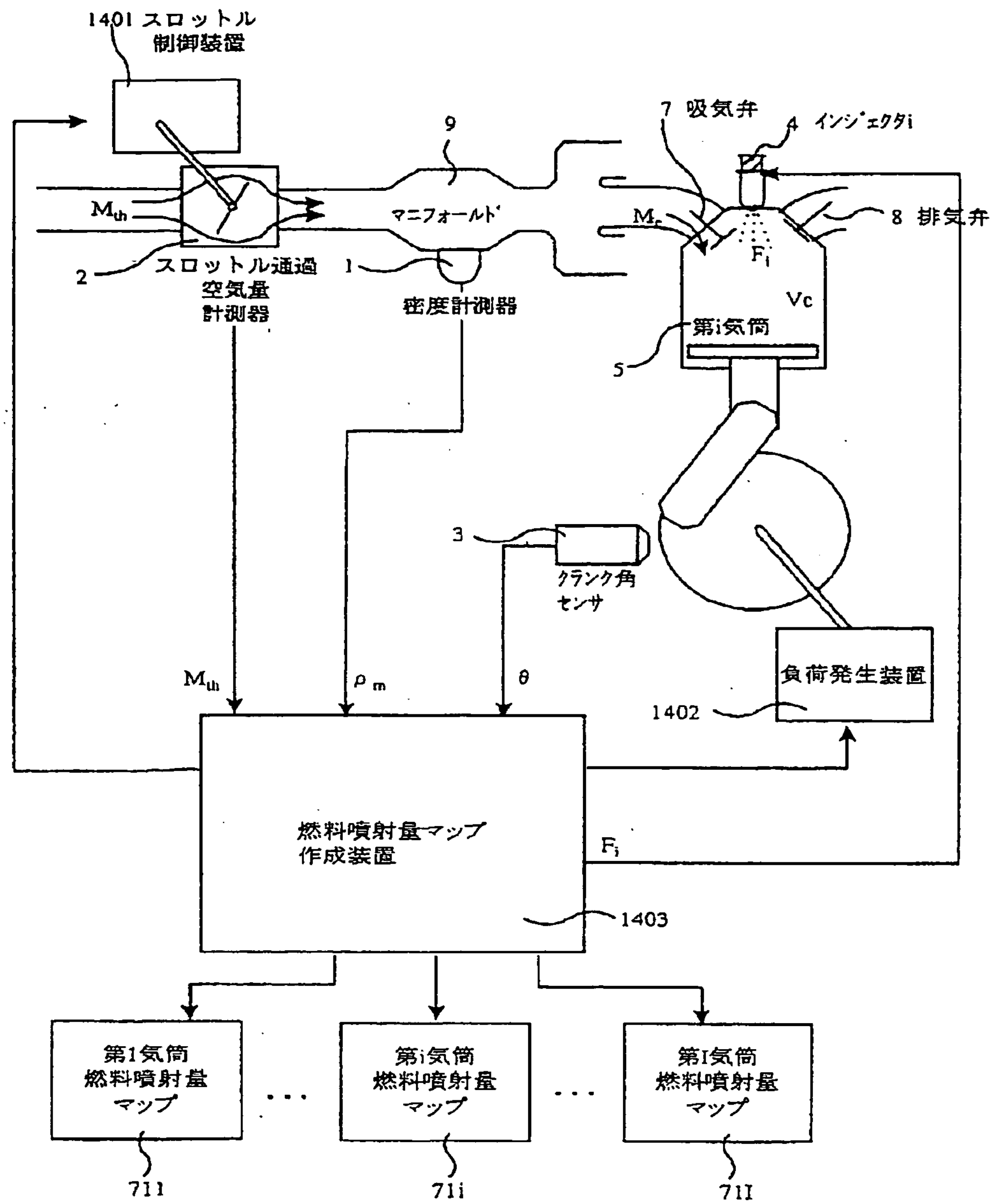
【図１３】

図 13


スロットル通過空気量Mth計測
ステップ1301
マニフォールド内気体密度ρm計測
ステップ1302
クランク角θ計測
ステップ1303
気筒判別
第1気筒は吸気行程？ … 第i気筒は吸気行程？ … 第I気筒は吸気行程？
ステップ1304
第i気筒計算手段呼出
ステップ1305
第i気筒燃料噴射量Fi計算
ステップ1306
クランク角θ計測
ステップ1307
θ≧θi
ステップ1308
第iインジェクタ燃料噴射
ステップ1309

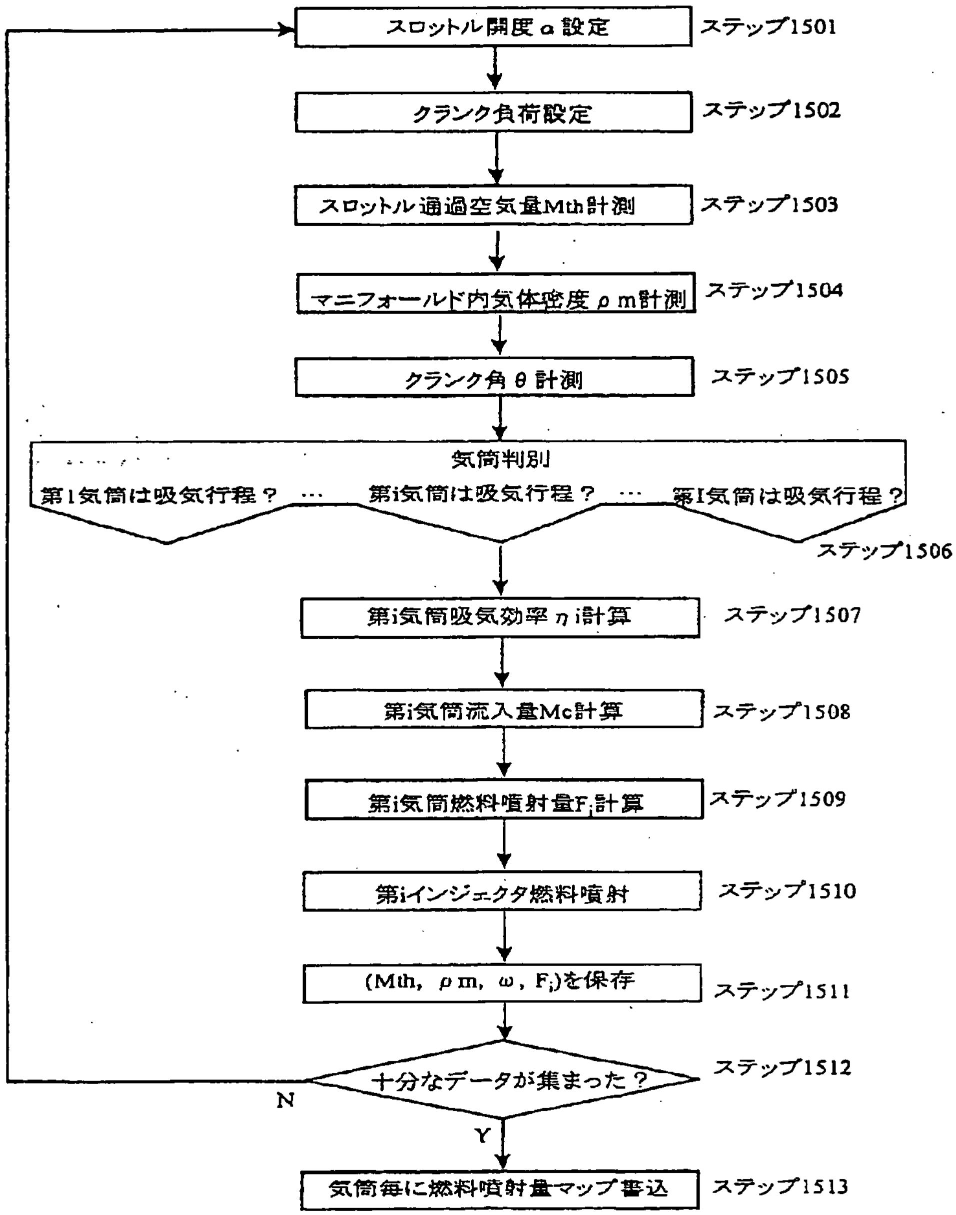
【図14】

図　14


1401 スロットル制御装置
9
7 吸気弁
4 インジェクタi
M_{th}
マニフォールド
M_c
8 排気弁
F_i
2
スロットル通過空気量計測器
1
密度計測器
Vc
第i気筒
5
3
クランク角センサ
M_{th}
ρ_m
θ
負荷発生装置
1402
燃料噴射量マップ作成装置
F_i
1403
第1気筒燃料噴射量マップ
第i気筒燃料噴射量マップ
第I気筒燃料噴射量マップ
711
71i
71I

【図１５】

図　15



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F02D　45/00	366	F02D　45/00	366E
			366F
			366B

Ｆターム(参考)　3G084 AA03 BA09 BA13 BA15 DA25
EA05 EB02 EB25 FA02 FA07
FA08 FA10 FA11 FA38
3G301 HA04 HA06 JA02 JA21 MA01
MA12 MA18 NA02 NA05 NB02
NB03 NC02 PA01Z PA04Z
PA07Z PA10Z PA11Z PE03Z
PE05Z